

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN SCIENCES DE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE

PAR
JEAN-FRANÇOIS PROTEAU

OBSERVATION DE L'ATTITUDE POSTURALE ET DE SON ÉVOLUTION SELON
L'ÂGE : UNE RECHERCHE DESCRIPTIVE CHEZ DES ENFANTS DE 5 À 17 ANS

DÉCEMBRE 2007

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

RÉSUMÉ

Les enfants d'âge scolaire sont moins actifs qu'auparavant et leurs loisirs impliquent très souvent une position assise. Ces deux éléments, en plus des mauvaises habitudes posturales, sont souvent rapportés comme étant des facteurs jouant un rôle dans l'apparition des maux de dos. L'objectif de cette étude est de mesurer quantitativement l'évolution de la posture chez des enfants d'âge scolaire afin de la documenter pour mieux orienter les actes préventifs face à d'éventuels troubles musculo-squelettiques. Au total, 207 élèves ont été évalués par le système d'analyse posturale BIOTONIX et par un bilan musculaire. Cet échantillon a été divisé en quatre groupes d'âge ainsi que par sexe. Filles : 1^{ère} année (n= 23), 4^e année (n= 32), secondaire 1 (n= 24) et secondaire 4-5 (n= 26). Garçons : 1^{ère} année (n= 20), 4^e année (n= 27), secondaire 1 (n= 24) et secondaire 4-5 (n= 31). L'évaluation posturale a été effectuée dans les plans sagittal, frontal antérieur et frontal postérieur. Les variables mesurées dans le plan sagittal sont la translation ($\pm T_z$) de la tête et de l'épaule par rapport à la verticale de référence et les positions relatives de la tête par rapport à l'épaule, de l'épaule par rapport au bassin, du bassin par rapport au genou, du genou par rapport au pied. L'inclinaison antéro-postérieure du bassin a également été mesurée dans le plan sagittal. Dans le plan frontal antérieur, les variables mesurées sont l'égalité ($\pm R_z$) des épaules, du bassin et des genoux et la rotation ($\pm R_y$) des pieds. Dans le plan frontal postérieur, nous avons mesuré le niveau horizontal des épaules et du bassin, la translation ($\pm T_x$) de C7 et de T5 et la position des pieds par rapport à l'axe de la jambe. L'extensibilité musculaire a été mesurée en

utilisant différents tests de Kendall. Une analyse de variance pour deux variables A x B (ANOVA) a été utilisée afin d'évaluer les différences statistiques entre les groupes. Nos résultats montrent que les jeunes d'âge scolaire présentent de multiples anomalies posturales. La plus importante de ces anomalies est la translation antérieure de la tête dans le plan sagittal (Tz) qui montre une augmentation significative avec l'âge ($P < 0.05$). Les conséquences relatives aux différentes anomalies retrouvées chez les jeunes de cette étude laissent entrevoir de futurs problèmes d'ordre musculo-squelettique chez cette population. L'activité physique est l'un des moyens de prévention qui est le plus souvent cité et son rôle mériterait d'être approfondi.

REMERCIEMENTS

La rédaction de ce mémoire n'aurait pas été possible sans le concours de certaines personnes que je tiens à remercier très sincèrement.

Tout d'abord Monsieur Martin C. Normand, directeur de ce mémoire, pour l'aide et le temps qu'il m'a consacré et sans qui ce document n'aurait jamais vu le jour.

J'exprime également ma gratitude à tous les élèves ainsi qu'à leurs parents qui ont acceptés de collaborer à cette étude.

J'adresse mes plus sincères remerciements à tous mes proches et amis qui m'ont toujours soutenu et encouragé à leur manière. Entre autre, Isabelle Blais pour son soutien précieux lors de la récolte des données et Patricia Blackburn pour son aide avec les analyses statistiques.

Enfin, je dois plus que des remerciements pour celle qui a supporté l'aventure de ce mémoire malgré elle. Qui a su me motiver quand le besoin s'en faisait sentir, et avec qui j'ai la chance de tout partager.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
RÉSUMÉ	ii
REMERCIEMENTS.....	iv
LISTE DES TABLEAUX	ixx
LISTE DES FIGURES	xii
CHAPITRES	
I. INTRODUCTION.....	1
Problématique	2
II. REVUE DE LITTÉRATURE	4
Maux de dos.....	4
La posture	5
Aspects biomécaniques de la posture	6
Mécanisme de dégradation	7
Le système musculo-squelettique	9
Problème	10
Objectif de recherche	10
Objectifs spécifiques:.....	11
Hypothèses:	11

III. MÉTHODOLOGIE	12
Participants.....	12
Procédures.....	13
Évaluation posturale	14
Extensibilité musculaire.....	19
Analyse statistique	22
IV RÉSULTATS.....	23
Plan sagittal.....	26
La tête	26
L'épaule	28
Le bassin	32
Le genou	34
Plan frontaux.....	36
Plan frontal antérieur	36
Les épaules.....	37
Bassin et genoux	38
Les pieds	38
Plan frontal postérieur.....	40
Épaules et bassin.....	40
Colonne vertébrale.....	42

Les pieds	44
Extensibilité musculaire.....	46
Membres supérieurs.....	47
Le grand pectoral	47
Le petit pectoral	50
Le grand dorsal	52
Les rotateurs internes et externes de l'épaule	52
Membres inférieurs	54
Psoas-iliaque	54
Droit de la cuisse.....	54
Les rotateurs internes et externes de la hanche.....	56
Les ischio-jambiers	59
V. DISCUSSION	61
Plan sagittal.....	62
La tête et le rachis cervical	62
L'épaule	67
Le thorax	68
Le bassin	73
Les genoux.....	76

Plan frontal antérieur	78
Épaules.....	78
Bassin et genoux	79
Pieds.....	79
Plan frontal postérieur.....	80
Épaules.....	80
Bassin.....	81
Vertèbres.....	81
Pieds.....	83
VI. CONCLUSION	85
REFERENCES	86
ANNEXES	
A. Illustration des lignes verticales de références	98
B. Formulaire de consentement des parents.....	100

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux	Page
1. Données anthropométriques des groupes selon l'âge et le sexe.....	1
2. Angles (°) ou distances (mm), en moyennes et écart-types, selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles pour les variables de la tête observées dans le plan sagittal.....	26
3. Angles (°) ou distances (mm), en moyennes et écart-types, selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles pour les variables de l'épaule observées dans le plan sagittal.....	29
4. Angles (°), en moyennes et écart-types, selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles pour l'angle d'inclinaison du bassin observé dans le plan sagittal.....	33
5. Angles (°), en moyennes et écart-types, selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles pour les variables du genou observées dans le plan sagittal.....	35
6. Angles (°), en moyennes et écart-types, selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles pour les variables des épaules, du bassin et des genoux observées dans le plan frontal antérieur.....	37
7. Angles (°), en moyennes et écart-types, selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles pour les variables des pieds observées dans le plan frontal antérieur.....	39

8. Angles ($^{\circ}$), en moyennes et écart-types, selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles pour les variables de l'épaule et du bassin observées dans le plan frontal postérieur.....	41
9. Distances (mm), en moyennes et écart-types, selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles pour les variables des vertèbres C7 et T5 observées dans le plan frontal postérieur.....	43
10. Angles ($^{\circ}$), en moyennes et écart-types, selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles pour les variables des pieds observées dans le plan frontal postérieur.....	45
11. Résultats, en moyennes et écart-types, de l'angle ($^{\circ}$) mesuré aux tests d'extensibilité musculaire pour le grand pectoral selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles.....	48
12. Résultats, en moyennes et écart-types, de l'angle ($^{\circ}$) mesuré aux tests d'extensibilité musculaire pour le petit pectoral et le grand dorsal selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles.....	50
13. Résultats, en moyennes et écart-types, de l'angle ($^{\circ}$) mesuré aux tests d'extensibilité musculaire pour les rotateurs internes et externes de l'épaule selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles.....	53
14. Résultats, en moyennes et écart-types, de l'angle ($^{\circ}$) mesuré aux tests d'extensibilité musculaire pour le psoas-iliaque et le droit de la cuisse selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles.....	55

15. Résultats, en moyennes et écart-types, de l'angle (°) mesuré aux tests d'extensibilité musculaire pour les rotateurs internes et externes de la hanche selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles.....	57
16. Résultats, en moyennes et écart-types, de l'angle (°) mesuré aux tests d'extensibilité musculaire pour les ischio-jambiers selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles.....	59

LISTE DES FIGURES

Figures	Page
1. Position souvent adoptée par les enfants qui jouent à des jeux vidéo.....	8
2. Marqueurs du plan frontal antérieur.....	15
3. Marqueurs du plan frontal postérieur.....	16
4. Marqueurs du plan sagittal.....	17
5. Tests d'extensibilité des membres supérieurs.....	20
6. Tests d'extensibilité des membres inférieurs.....	21
7. Variation, en moyennes et erreurs standard de mesure (ESM), de l'angle (°) entre l'acromion et le tragus (L_tête-épaule_Ang) en fonction de l'âge chez les garçons et chez les filles.....	27
8. Variation, en moyennes et ESM, de la distance (mm) entre la tête et la position idéale (L_tête_dist) en fonction de l'âge chez les garçons et chez les filles.....	27
9. Variation, en moyennes et ESM, de la distance (mm) entre l'épaule et la position idéale (L_épaule_dist) en fonction de l'âge chez les garçons et chez les filles.....	30
10. Comparaison de l'écart moyen de la position idéale pour les points de repères de la tête (tragus) et de l'épaule (acromion) chez les garçons de secondaire 1 et de secondaire 5.....	31

11. Variation, en moyennes et ESM, de l'angle (°) entre le bassin et l'épaule (L_épaules-bassin) en fonction de l'âge chez les garçons et chez les filles.....	32
12. Variation, en moyennes et ESM, de l'angle (°) d'inclinaison du bassin (L_bassin_Ang) en fonction de l'âge chez les garçons et chez les filles.....	34
13. Variation, en moyennes et ESM, de l'angle (°) de rotation du pied droit (A_piedD_Rot) en fonction de l'âge chez les garçons et chez les filles...	40
14. Variation, en moyennes et ESM, de l'angle (°) de rotation du pied gauche (A_piedG_Rot) en fonction de l'âge chez les garçons et chez les filles....	40
15. Variation, en moyennes et ESM, de l'angle (°) au niveau des épaules dans le plan frontal antérieur en fonction de l'âge chez les garçons et chez les filles.....	42
16. Variation, en moyennes et ESM, de l'angle (°) au niveau du bassin dans le plan frontal antérieur en fonction de l'âge chez les garçons et chez les filles.....	42
17. Variation, en moyennes et ESM, de la translation (mm) de C7 dans le plan frontal postérieur en fonction de l'âge chez les garçons et chez les filles...	44
18. Variation, en moyennes et ESM, de la translation (mm) de T5 dans le plan frontal postérieur en fonction de l'âge chez les garçons et chez les filles...	44
19. Résultats, en degrés (°), des tests d'extensibilité des faisceaux inférieurs et supérieurs du grand pectoral selon l'âge et le sexe.....	49

20. Résultats, en millimètre (mm), des tests d'extensibilité pour le petit pectoral selon l'âge et le sexe.....	51
21. Résultats, en degrés (°), des tests d'extensibilité pour le droit de la cuisse selon l'âge et le sexe.....	56
22. Résultats, en degrés (°), des tests d'extensibilité pour les rotateurs internes et externes de la hanche selon l'âge et le sexe.....	58
23. Résultats, en degrés (°), des tests d'extensibilité pour les ischio-jambiers selon l'âge et le sexe.....	60
24. L'augmentation du travail musculaire des extenseurs du cou lors de la translation de la tête vers l'avant.....	63
25. Posture présentant un déplacement antérieur typique à l'intérieur de cette étude.....	70

CHAPITRE I

INTRODUCTION

Il est reconnu, de façon unanime, que les enfants ne sont pas de « petits adultes ». Ils possèdent des caractéristiques physiques et physiologiques bien à eux qui font en sorte qu'on ne peut, et ne doit pas, les traiter comme des adultes. Ainsi, tout professionnel travaillant auprès de groupes d'enfants, que ce soit en éducation, en soins de garde ou en pédiatrie, se doit de connaître les caractéristiques du groupe d'âge avec lequel il se trouve, mais aussi les limites qu'imposent ces dernières.

Déjà très étudiés, la croissance, le développement et la maturation de l'homme doivent continuer d'être observés car ces phénomènes se modifient au fil des époques. En effet, ceux-ci font partie d'un continuum complexe qui comporte plusieurs éléments comme les bases génétiques héréditaires, l'alimentation, le mode de vie, etc. Ce vaste ensemble de facteurs pouvant influencer la croissance et le développement fait en sorte que les jeunes d'aujourd'hui n'atteignent pas la maturité adulte de la même façon que les jeunes vivants il y a quelques centaines d'années.

Ces processus biologiques sont grandement déterminés génétiquement, mais il demeure une certaine plasticité qui fait en sorte que l'environnement ou le mode de vie va influencer la croissance de l'individu. Parmi les facteurs environnementaux pouvant influencer le développement d'une personne, le niveau d'activité physique est

probablement l'un sur lequel nous pouvons le plus agir. Jusqu'à présent toutefois, ces phénomènes complexes du développement et leurs relations avec l'inactivité physique sont encore mal compris, mais mériteraient d'être approfondis (1).

Problématique

L'ascension des nouvelles technologies et principalement celle de l'ordinateur, semble avoir mené les enfants et les adolescents vers un mode de vie de plus en plus sédentaire. Ils optent pour des loisirs davantage passifs comme la télévision, la navigation sur Internet, le clavardage, les jeux électroniques etc. D'ailleurs, Marshall et al. (2006) estiment qu'un enfant passe environ une heure trente par jour à utiliser l'ordinateur ou à jouer à des jeux-vidéo. Or ces loisirs impliquent une position assise, qui, en plus des heures passées à l'école, fait en sorte que beaucoup de jeunes d'âge scolaire adoptent cette position la majorité de la journée.

L'augmentation du temps passé assis implique automatiquement une diminution du temps à être actif et il est admis que le niveau d'activité physique a diminué chez les différents groupes d'âges scolaires. Selon l'institut canadien de la recherche sur la condition physique, les jeunes d'âge préscolaire (0 à 4 ans), sont suffisamment actifs pour en retirer des bénéfices sur leur santé et leur croissance ³. Ils passent en moyenne 22 heures par semaine à faire de l'activité physique sous toutes formes. Par contre, une diminution survient dès l'âge scolaire (de 5 à 12 ans) alors que ceux-ci sont actifs 15 heures par semaine. Chez l'adolescent, la baisse est encore plus marquée alors qu'ils ne

sont actifs que sept heures par semaine. Au Canada, plus de 60 % des jeunes de 12 à 21 ans ne répondent pas aux normes d'une bonne condition physique ⁴.

Nous savons que le corps humain s'adapte continuellement à son environnement et aux différents agents de stress qui lui sont imposés. Jusqu'à présent, toutefois, les impacts possibles des changements de modes de vie sur la santé ne sont pas encore bien compris ^{1, 5}. Dans la situation actuelle, il est pertinent de se questionner sur les effets que peut avoir un mode de vie de plus en plus inactif sur le système locomoteur d'une population qui devient sédentaire de plus en plus jeune.

CHAPITRE II

REVUE DE LITTÉRATURE

Maux de dos

Excessivement répandus chez la population adulte, les maux de dos touchent plus des deux tiers de ceux-ci ^{6, 7, 8}. Ce problème a même été rapporté comme la deuxième plus grande cause de consultation médicale aux États-Unis ⁹. Des revues de littérature montrent également que la prévalence annuelle des maux de dos chez les adolescents des pays occidentaux est semblable à celle des adultes de 18 à 55 ans ^{10,11}.

Au Québec, on estime que 10,2 % de personnes souffrent de maux de dos, pour un total d'environ 750 000 personnes ¹². La hausse est marquée chez les jeunes québécois et d'après Santé Québec, c'est près de 35 % des jeunes de 9 ans rapportent des maux de dos et environ la moitié des 13 et 16 ans (42 et 53 %) disent en éprouver au moins 1 fois par mois. Plusieurs études rapportent une forte occurrence des maux de dos chez les enfants en croissance ^{11, 13, 14, 15, 16, 17, 18}. Selon Kuster (2004), l'inactivité physique et l'écoute de la télévision sont des causes potentielles.

Plus inquiétant encore, il a été démontré que les adolescents avec des maux de dos augmentent leurs risques d'avoir aussi des maux de dos à l'âge adulte ^{9, 13, 16, 19}. Or les maux de dos chez les adolescents sont très communs et augmentent avec l'âge, de l'enfance à l'adolescence, passant de 1% à 7 ans, à 6 % à 10 ans et à 18 % à 14 ans ²⁰.

Balague et al (1999), dans une revue de littérature, constatent également que les maux de dos augmentent constamment avec l'âge allant jusqu'à une incidence de 33 % chez les jeunes de 14 à 18 ans. Les maux de dos sont d'ailleurs l'une des premières conséquences liés à des défauts posturaux.^{7, 8}. Toutefois, d'autres études seraient nécessaires afin de clarifier la relation entre les défauts posturaux et les problèmes de dos¹⁷.

La posture

La majorité des études récentes s'entendent pour dire que les douleurs et les déformations au dos sont très communes chez les enfants et les adolescents, mais on ne connaît pas encore les causes qui y sont associées^{9, 13, 16, 22}. D'autres chercheurs ont trouvé, lors d'études longitudinales, que les adolescents qui développaient une scoliose sévère, avaient déjà une asymétrie visible au niveau du tronc quelques années auparavant^{23, 24}. Il s'avère ainsi, que pour la scoliose, un problème devenu majeur à un certain âge présentait déjà certains facteurs de risque quelques années auparavant. Il serait pertinent de savoir si les anomalies posturales, en général, se développent au fil des années. Ihme et al. (2002) soulignent que malgré la grande quantité de défauts posturaux retrouvés chez les enfants, il n'existe encore aucune classification ni de définition standardisée de la posture selon l'âge et le sexe qui permettrait de déceler un problème avant qu'il ne s'aggrave.

Aspects biomécaniques de la posture

On peut définir la biomécanique comme l'étude des forces et leurs effets sur les organismes vivants ²⁶. Afin de bien combattre la gravité qui agit continuellement sur son corps, l'individu doit adopter des postures adéquates.

Avec l'objectif de mieux comprendre la posture idéale, Harrison et al. (2000) ont décrit toutes les rotations et les translations possibles de la tête, de la cage thoracique et du bassin en trois dimensions. Ceux-ci suggèrent qu'il y a, pour chacune de ces parties, 6 degrés de liberté en rotation et 6 degrés de liberté en translation pour un total de 12 mouvements simples. En prenant chacun de ces mouvements individuellement pour la tête, la cage thoracique et le bassin nous arrivons à 36 postures simples. Il est facile d'imaginer le grand nombre de postures possibles qu'offrent les différentes combinaisons de ces 36 postures simples.

Une posture efficiente, en station debout, est définie comme une position qui demande le moins d'effort physique pour maintenir le corps dans l'espace et qui minimise l'effet de la gravité sur les tissus conjonctifs et osseux ^{28, 29}. Dans les plans frontaux antérieurs et postérieurs, la tête, la cage thoracique et le bassin doivent être parfaitement alignés. Dans le plan sagittal, une ligne droite devrait passer par l'articulation calcanéo-cuboïdienne, légèrement en avant de l'axe du genou, et au centre de l'épaule ³⁰. Une posture qui dévie habituellement de cet alignement idéal pourrait être associée à des douleurs, d'où l'importance de minimiser les contraintes mécaniques en

adoptant une posture correcte ^{27, 28}. En position neutre, debout, toutes déviations des parties du corps impliquent nécessairement une tension sur le système musculo-tendineux. Le tissu vivant subit les lois de la physique comme n'importe quel matériau à la différence qu'il peut s'adapter et se reconstruire à la condition, bien sûr, que les stress mécaniques soient moins importants que les processus de récupération. La dégradation mécanique des tissus est principalement due à une sur-utilisation et à des positions statiques maintenues de façon prolongée.

Mécanisme de dégradation

Selon Derriennic et Monfort (1997), l'adoption de la position assise durant de longues heures, le stress et le délaissement de l'activité physique, sont des facteurs de risques qui doivent être approfondis pour comprendre leur association à des problèmes de posture. D'autres études suggèrent que le temps passé assis et l'adoption des mauvaises postures sont des facteurs de risque majeurs dans le développement et la perpétuation des maux de dos ^{13, 21, 32}.

Plus spécifiquement chez les enfants d'âge scolaire, Seichert (2000) soutient que ceux-ci devraient passer le moins de temps assis possible. La position assise prolongée crée une pression sur les disques intervertébraux et peut induire une hypo mobilité de la colonne vertébrale qui, avec le temps, peut occasionner des changements dégénératifs à l'intérieur de celle-ci et créer des maux de dos. Il faut aussi considérer le type de position assise adopté car la pression exercée sur les disques sera plus ou moins grandes

selon le fait que l'on soit penché vers l'avant, que le dos soit supporté à un dossier, que les coudes soient supportés etc. Ainsi, Wilke et al (2001) ont mesuré que la position assise entraînant la plus forte pression (0.9 MPa ou 0.9 N/mm^2) sur les disques intervertébraux est celle où l'on est assis sans appuis, penché vers devant, la tête à l'avant du corps. Très souvent, cette position est celle qu'adoptent les enfants qui jouent aux jeux vidéo. (Figure 1).



Figure 1. Position souvent adoptée par les enfants qui jouent à des jeux vidéo.

Pynt et al. (2002), soulignent que l'effet néfaste d'une position statique maintenue plus de 20 minutes est la perte de fluide au niveau des disques intervertébraux qui est essentiel pour nourrir et hydrater ces disques, absorber les chocs et réduire les forces de compressions.

Le système musculo-squelettique

Lors de différentes activités où la tête, le cou et les extrémités supérieures sont maintenus de façon prolongée en position statique, il a été démontré qu'il peut survenir différents effets comme la compression d'un nerf, une ischémie (ou nécrose) musculaire et, plus communément, un déséquilibre musculaire ³⁶ De façon générale, toute mauvaise habitude posturale qui déroge de la posture idéale risque de créer un allongement ou un raccourcissement du muscle ^{7, 30}. Toute la mécanique corporelle risque alors de devenir déficiente, car le muscle trop fort et raccourci va soumettre une tension qui peut changer l'alignement normal du corps en rapprochant les segments auxquels il est attaché. Les muscles antagonistes, quant à eux, vont être étirés (relâchés) et devenir plus faibles. Il se crée alors un déséquilibre musculaire.

Cette combinaison de relâchement et de tension qui se produit lors de ce déséquilibre et qui altère l'alignement des segments corporels, change le point d'équilibre de l'articulation ³⁷ Ce changement, qui dérègle la mécanique originale de l'articulation peut occasionner de la douleur car, normalement, une tension équilibrée entre les muscles agonistes et les muscles antagonistes permet à l'articulation d'être balancée en état de repos, les tissus conjonctifs ne subissant pas de tension excessive. Or, lorsqu'un muscle d'un côté de l'articulation est raccourci (plus fort), les tissus conjonctifs peuvent se contracter avec le temps, et conserver cette nouvelle longueur. La mobilité de l'articulation est alors grandement réduite et tout mouvement qui était auparavant possible et normal, peut devenir difficile, réduit et douloureux ³⁷

De façon répétitive et régulière, l'adoption de mauvaises postures risque de rendre les muscles déjà tendus (forts) encore plus tendus et les muscles faibles encore plus faibles. Il se produit alors un cycle d'aggravation qui risque de continuer aussi longtemps que des stratégies correctives ne seront pas employées ²⁸. Selon Harrison et al. (2005) et Linton (2002), les problèmes musculo-squelettiques liés à la posture connaissent une ampleur tellement grande, qu'ils nécessitent des efforts préventifs immédiats.

Problème

Actuellement, nous croyons que les jeunes du primaire et du secondaire sont une cohorte qui aura passé un temps important dans une position assise, plus que toute autre auparavant. Nous prévoyons que des problèmes risquent de survenir face à cette nouvelle réalité. Recueillir des données sur les anomalies les plus fréquentes selon les groupes d'âge permettra de mieux cerner cette problématique et, éventuellement, de mieux agir et prévenir. L'apparition des troubles posturaux et de croissance comme entre autre, la scoliose, la cyphose ou la dystrophie vertébrale de croissance, doivent être dépistés le plus tôt possible car leur risque d'aggravation est important au moment de la puberté ⁴⁰

Objectif de recherche :

À l'aide du système d'analyse de la posture BIOTONIX et d'un bilan musculaire, nous voulons décrire et quantifier l'évolution de la posture chez les enfants de 5 à 17 ans

en mesurant quatre groupes d'âges scolaires, soit la première année, la quatrième année, le secondaire 1 et le secondaire 5.

Objectifs spécifiques :

- 1) Améliorer les connaissances actuelles sur l'évolution et le développement de la posture chez les jeunes de 5 à 17 ans.
- 2) Vérifier s'il y a des anomalies posturales qui semblent généralisées chez les différents groupes d'âge.
- 3) Quantifier la position des différents segments par rapport à la posture idéale de l'adulte.

Hypothèses :

Nous croyons que chaque groupe d'âge présentera des caractéristiques morphologiques bien distinctes et pouvant être catégorisées. Nous croyons aussi retrouver une antériorité du corps plus prononcée au fur et à mesure que l'âge des sujets avancera et ce, probablement dû à l'utilisation accrue de l'ordinateur et à l'adoption d'un mode de vie sédentaire. Enfin, nous croyons que les enfants d'âge scolaire présenteront un grand nombre d'anomalies posturales.

CHAPITRE III

MÉTHODOLOGIE

Participants

Après avoir eu l'autorisation des différentes commissions scolaires, huit écoles, quatre du primaire et quatre du secondaire, ont été choisis au hasard dans la région du Saguenay afin de constituer l'échantillon. Les élèves ayant doublé une année ont été automatiquement exclus de l'échantillon. Au total, 207 sujets ont été évalués dans le cadre de cette recherche. Ceux-ci ont été répartis en 8 groupes selon le sexe et le niveau scolaire.

Tableau 1

Données anthropométriques des groupes selon l'âge et le sexe.

Groupes	n	Sexe	Niveaux scolaire	Âges	Tailles moyennes (cm)	Poids (kg)	IMC
1	23	F	1 ^{ère} année	6-7	120.8 ± 6,3	24.1 ± 3.4	16.4
2	32	F	4 ^e année	9-10	134.2 ± 6.9	31.4 ± 6,3	17.5
3	24	F	Sec. 1	12-13	154.8 ± 10.6	49.7 ± 11.1	20.7
4	26	F	Sec. 4-5	15-17	163.4 ± 5.9	56.9 ± 8.0	21.4
5	20	M	1 ^{ère} année	6-7	121.3 ± 5.7	24.9 ± 4.5	17.0
6	27	M	4 ^e année	9-10	134.1 ± 5.4	30.9 ± 4.7	17.2
7	24	M	Sec. 1	12-13	158.0 ± 8.6	49.3 ± 13.7	19.7
8	31	M	Sec. 4-5	15-17	175.2 ± 5.7	57.5 ± 8.9	18.8
Total	207						

Procédures

Suite à une première rencontre avec les classes participantes, les élèves intéressés à participer volontairement à cette recherche ont fait signer une feuille de consentement (annexe B) à leurs parents et l'ont remise au professeur avant la journée d'expérimentation. L'expérimentation a eu lieu dans les différentes écoles participantes, à l'intérieur d'un local prêté par l'institution. Tout au long de l'expérimentation, nous avons exigé que les sujets se présentent en équipe de deux (du même sexe) afin d'être évalué à tour de rôle. Nous voulions ainsi diminuer la gêne que les sujets pourraient avoir d'être évalués et accélérer la prise des données en ne donnant les directives qu'une fois pour deux sujets. De plus, l'expérimentateur, de sexe masculin, s'est assuré de n'être jamais seul lors de l'expérimentation et à toujours été accompagné d'une assistante ou d'une mère bénévole.

Les mesures anthropométriques, taille et poids, ont été prises en premier lieu en utilisant une balance et une toise anthropométrique conventionnelles. Par la suite, des marqueurs autocollants étaient disposés sur le premier sujet afin de procéder à l'évaluation posturale selon le protocole de BIOTONIX. Ces marqueurs ont toujours été placés par la même personne tout au long de l'expérimentation. Finalement, différents tests d'extensibilité musculaire ont été effectués selon la méthode de Kendall et al (1995).

Évaluation posturale

Le système BIOTONIX analyse et calcul la position de différents marqueurs disposés sur des repères anatomique du sujet. Afin d'observer le sujet dans son ensemble, les données sont prises dans trois plans : Plan frontal antérieur (A), Plan frontal postérieur (P) et le Plan sagittal (L). L'emplacement des marqueurs pour le plan frontal antérieur, le plan frontal postérieur et le plan sagittal sont représentés respectivement aux figures 2, 3 et 4.

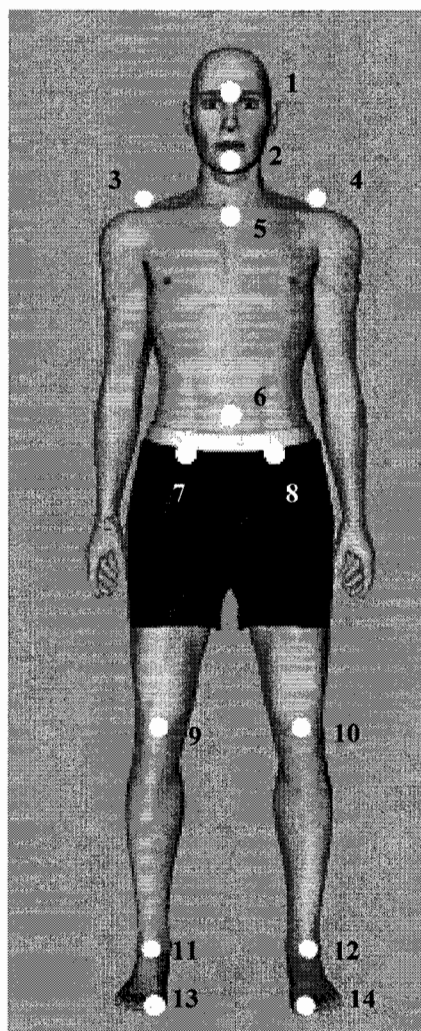


Figure 2. Marqueurs du plan frontal antérieur (A). Glabellle : (1), fossette mentonnière (2), acromion droit (3), acromion gauche (4), jonction interclaviculaire (5), ombilic (6), épine iliaque antéro-supérieure droite (7), épine iliaque antéro-supérieure gauche (8), patella droite (9), patella gauche (10), mortaise droite (11), mortaise gauche (12), face antérieure de la phalange du gros orteil droit (13), face antérieure de la phalange du gros orteil gauche (14).

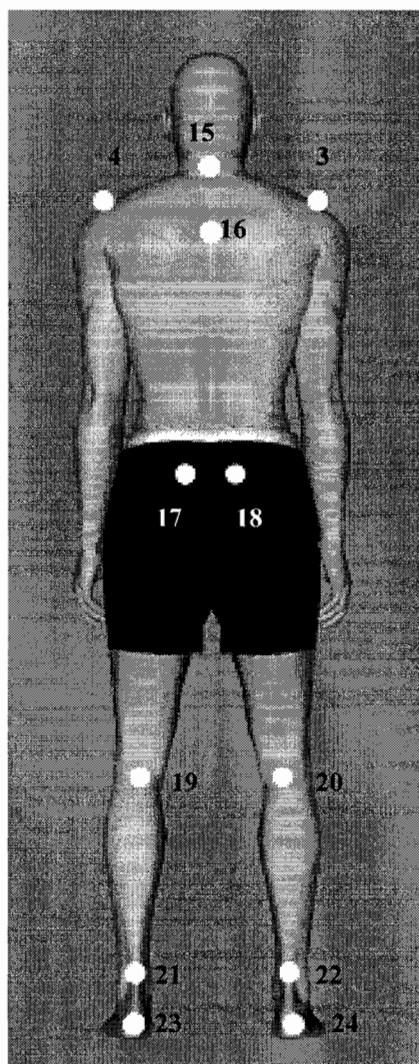


Figure 3. Marqueurs du plan frontal postérieur (P). 7^e vertèbre cervicale (15), 5^e vertèbre thoracique (16), acromion droit (3), acromion gauche (4), épine iliaque postéro-supérieure droite (17), épine iliaque postéro-supérieure gauche (18), creux poplité droit (19), creux poplité gauche (20), tendon d'achille au niveau de la malléole interne droite (21), tendon d'achille au niveau de la malléole interne gauche (22), calcanéum droit (23), calcanéum gauche (24).

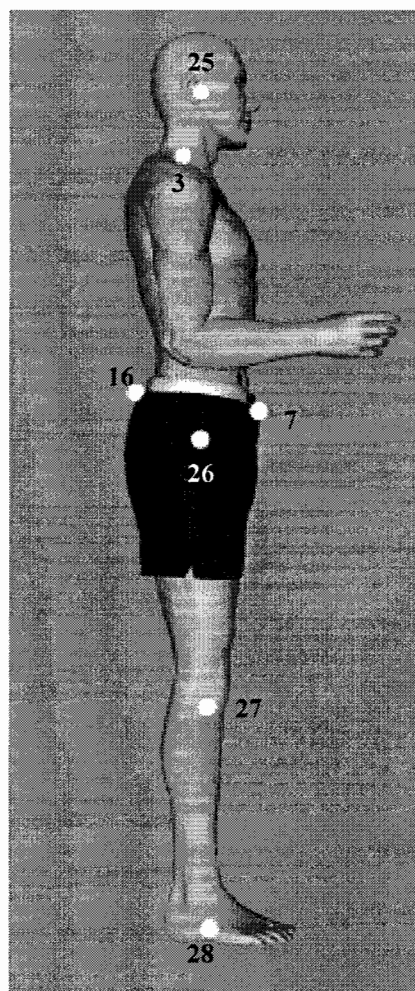


Figure 4. Marqueurs du plan sagittal (L). Tragus (25), acromion droit (3) épine iliaque postéro-supérieure droite (17), épine iliaque antéro-supérieure droite (7), grand trochanter droit (26), tubercule de Gerdy (27), articulation calcanéo-cuboïdienne (28).

Ce système permet de quantifier objectivement les différentes rotations et translations de la tête, de la cage thoracique et du bassin en se basant sur les différentes catégories de postures de Harrison et al. (2000). Nous serons alors en mesure d'établir une déviation moyenne pour les différentes parties du corps, pour chacun des groupes d'âges. La fidélité et la validité des mesures de ce système ont déjà été démontrées sur des objets inanimés par Normand et al. (2002).

La lecture des résultats se fait en deux dimensions. Dans le plan sagittal, on observera, selon la variable, une rotation autour de l'axe frontal ($\pm R_x$) ou une translation ($\pm T_z$) dans le plan sagittal. La déviation posturale sera nulle (0), vers l'avant (+) ou vers l'arrière (-). Dans le plan frontal postérieur et antérieur, on peut observer une rotation autour de l'axe sagittal ($\pm R_z$). La déviation posturale sera alors nulle (0), positive (+) ou négative (-) (voir annexe A). Seules les rotations autour de l'axe transversal (longitudinal) ($\pm R_y$) ne sont pas mesurées par le système BIOTONIX

Extensibilité musculaire

Afin de mesurer l'extensibilité d'un muscle, l'évaluateur doit augmenter la distance entre l'origine et l'insertion de ce muscle. En allongeant ainsi le muscle dans le sens contraire de son action, il arrivera à un point où une tension se fera sentir. A ce point de tension, l'angle à l'articulation où le muscle agit peut être mesuré à l'aide d'un goniomètre et comparé aux valeurs de références. Les tests d'extensibilité musculaire utilisés dans le cadre de cette recherche sont ceux proposés par Kendall et al (1995).

Les muscles ou groupes de muscles évalués au niveau des membres supérieurs sont présentés à la Figure 5. En ce qui concerne le petit pectoral, la mesure de l'extensibilité se fait en mesurant la distance en millimètres entre les épaules et la table alors que le sujet est en décubitus dorsal et non en mesurant l'angle à l'articulation. Les muscles, ou groupes de muscles, évalués au niveau des membres inférieurs sont présentés à la figure 6.

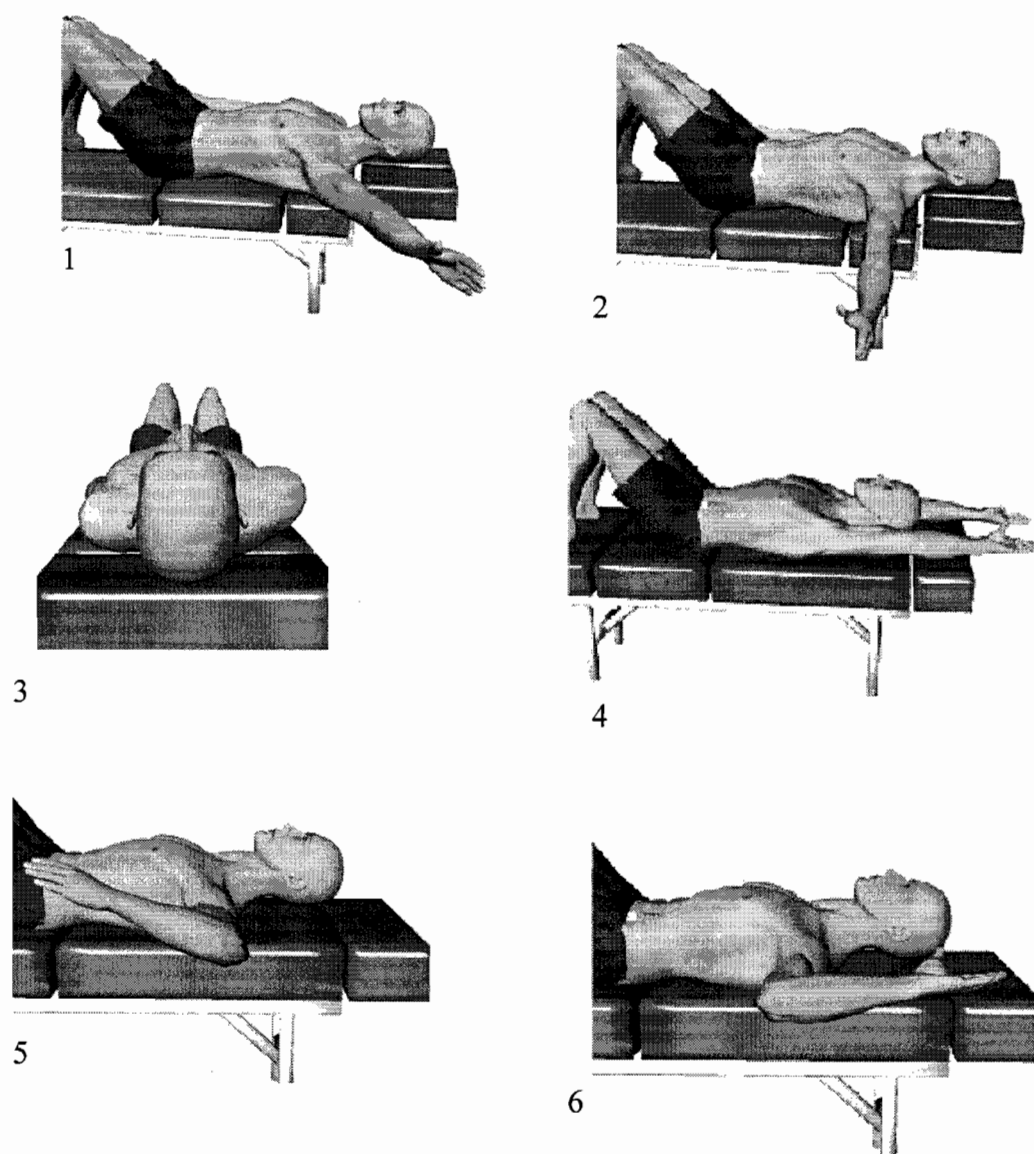


Figure 5. Tests d'extensibilité des membres supérieurs

1-Grand pectoral (chef supérieur), 2- Grand pectoral (chef inférieur), 3- Petit pectoral, 4-Grand dorsal, 5- Rotateurs internes de l'épaule, 6- Rotateurs externes de l'épaules.

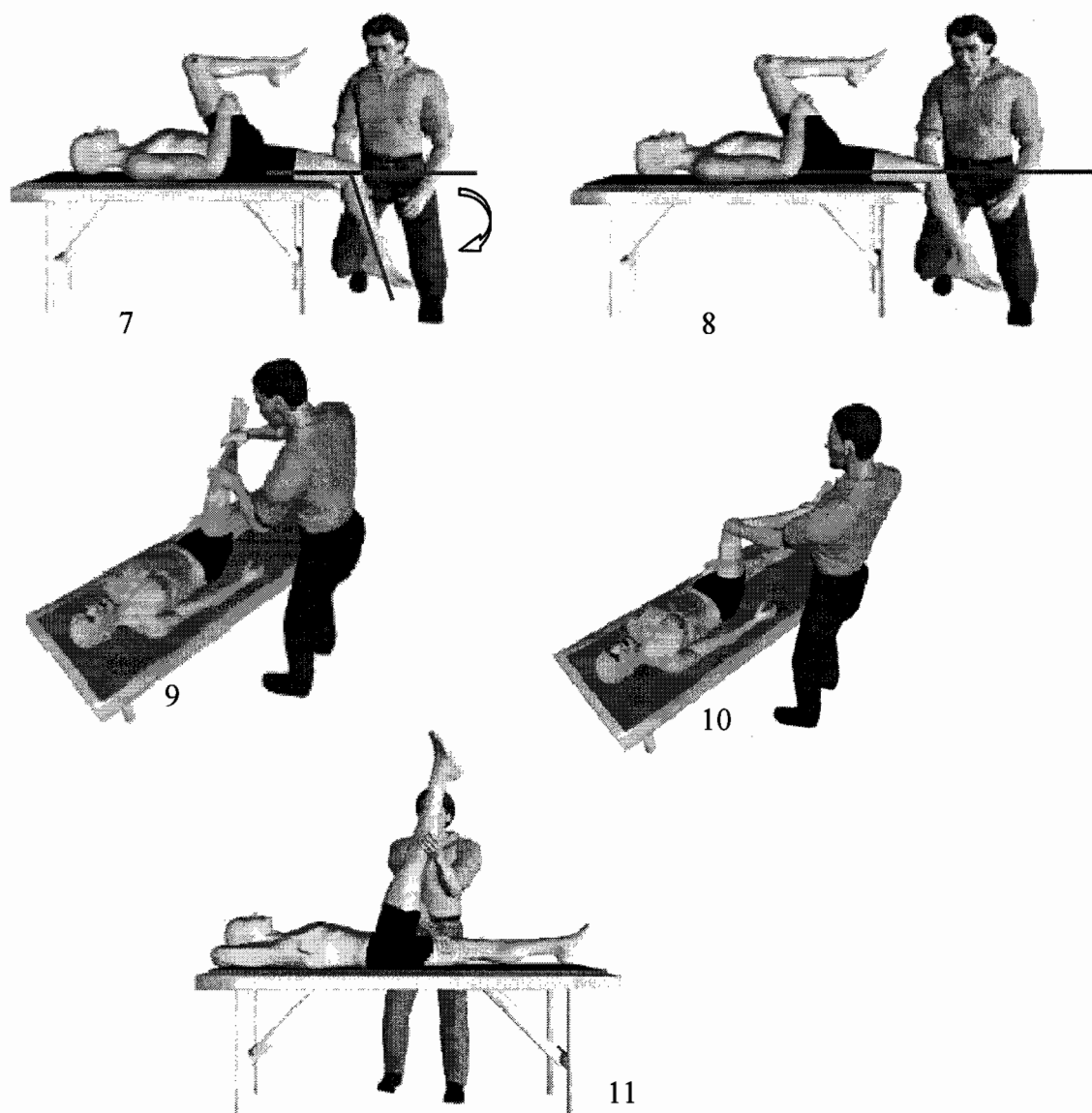


Figure 6. Tests d'extensibilité des membres inférieurs

7- Droit de la cuisse 8- Psoas-iliaque, 9- Rotateurs internes de la hanche, 10- Rotateurs externes de la hanche, 11- Ischio-jambiers.

Analyse statistique

Les données, pour chacune des variables, sont présentées en moyenne et écart type. Les différences entre les moyennes ont été réalisées par une analyse de variance pour deux variables A x B (groupes d'âges x sexe) ANOVA. Pour toutes les analyses statistiques, les différences entre les groupes furent considérées significatives lorsque $p < 0.05$.

CHAPITRE IV

RÉSULTATS

Ce chapitre présente l'ensemble des résultats de cette étude et ce, en deux volets. Dans un premier temps, les données liées à l'analyse posturale sont détaillées tout en faisant ressortir les variables présentant des différences significatives liées au sexe où à l'âge. Dans un deuxième temps, nous présentons les résultats des différents tests d'extensibilité musculaire, toujours en pointant les différences liées au sexe et à l'âge. Enfin, quelques figures ont été insérées à ce chapitre afin de bien illustrer certaines observations liées à cette étude.

Selon les variables, les résultats de l'examen postural sont présentés en degrés lors des rotations ou en millimètres s'il s'agit d'une translation. Normalement, afin de se rapprocher de ce que devrait être la posture idéale de référence, ces variables devraient être parfaitement alignées et ainsi posséder un angle ou une distance nul (0).

Voici un exemple afin de mieux illustrer la présentation des résultats qui suivront:

Filles					
Vue	Variable	1 1 ^{ère} année	2 4 ^e année	3 Sec 1	4 Sec 4 – 5
L	épaule-bassin Ang	- 1.77 ± 2.48 ³	- 1.79 ± 2.81 ³	- 0.25 ± 2.24 ¹⁻²⁻⁴	- 2.03 ± 2.71 ³

La première colonne indique la vue dans laquelle le sujet est observé, dans ce cas-ci, « L » fait référence à « latérale » donc une vue de côté où sagittale. On retrouvera également dans cette colonne la lettre « A » pour vue antérieure (de face) et « P » pour vue postérieure (de dos). La deuxième colonne indique la variable qui a été mesurée, dans ce cas-ci l'angle entre l'épaule et le bassin. Les quatre dernières colonnes contiennent les résultats des groupes d'âge selon les sexes pour cette variable. On retrouve dans le tableau ci-dessus les groupes féminins 1, 2, 3 et 4 auxquels on a spécifié le niveau scolaire. S'il y a lieu, les différences significatives entre les groupes sont indiquées en exposant. De plus, les résultats les plus significatifs ou méritant une attention particulière ont été soulignés en gris.

En somme, notre exemple fait ressortir que les filles de secondaire 1 (groupe 3) ont un angle de $-0.25^\circ \pm 2.24$ entre le bassin et les épaules et que ce groupe est significativement différent des groupes 1, 2 et 4. Comme cette variable est dans le plan sagittal, un angle négatif nous indique que la direction de celui-ci est vers l'arrière (postérieur).

Les résultats des variables posturales sont présentés en commençant par le plan sagittal, suivi par le plan frontal antérieur et finalement par le plan frontal postérieur. Pour chaque plan, les variables sont décrites en débutant par la tête et en descendant vers les pieds.

Plan sagittal (vue latérale)

La tête

Les résultats de cette étude laissent voir que l'antériorité de la tête s'accroît avec l'âge. Deux variables sont associées au port antérieur de la tête soit l'angle entre l'épaule et le tragus (L_tête-épaule_Ang), et la distance entre le tragus et la position idéale (L_tête_dist). Ces dernières sont présentées au tableau 2.

Tableau 2

Angles (°) ou distances (mm) en moyennes et écart-types selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles pour les variables de la tête observées dans le plan sagittal.

Filles					
Vue	Variable	1 1 ^{ère} année	2 4 ^e année	3 Sec 1	4 Sec 4 – 5
	N =	20	27	24	31
L	Tête-épa_Ang	9.41 ± 10.23 ³⁻⁴	10.89 ± 8.00 ⁴	15.59 ± 9.80 ¹⁻⁴	21.63 ± 7.15 ¹⁻²⁻³
L	Tête_dist	30.18 ± 17.17 ³⁻⁴	39.60 ± 21.18 ⁴	51.36 ± 18.79 ¹	58.75 ± 34.89 ¹⁻²
Gars					
Vue	Variable	5 1 ^{ère} année	6 4 ^e année	7 Sec 1	8 Sec 4 – 5
	N =	23	32	24	26
L	Tête-épa_Ang	7.66 ± 8.28 ⁸	9.35 ± 7.63 ⁸	11.54 ± 8.49 ⁸	21.21 ± 7.15 ⁵⁻⁶⁻⁷
L	Tête_dist	26.36 ± 22.26 ⁷⁻⁸	36.36 ± 22.04 ⁷⁻⁸	53.88 ± 22.42 ⁵⁻⁶⁻⁸	73.35 ± 23.88 ⁵⁻⁶⁻⁷

En ce qui concerne la rotation de la tête chez les filles, nous remarquons que l'angle augmente progressivement de 9.41° ± 10.23 à 21.21° ± 7.15 entre la première année et le secondaire 4-5. Des résultats similaires sont observés chez les garçons avec

des changements respectifs de $7.66^{\circ} \pm 8.28$ en 1^{ère} année et un angle de $21.63^{\circ} \pm 8.52$ en secondaire 4-5. La Figure 7 démontre la variation de cet angle en fonction de l'âge et du sexe. Tant chez les garçons que chez les filles les groupes de secondaire 4-5 ont une déviation significativement plus importante que les autres groupes d'âges.

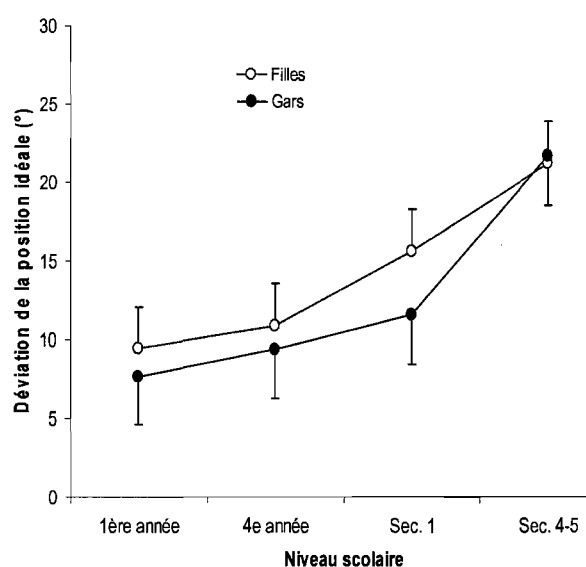


Figure 7. Variation, en moyennes et erreurs standard de mesure (ESM), de l'angle ($^{\circ}$) entre l'acromion et le tragus ($L_tête-épaule_Ang$) en fonction de l'âge chez les garçons et chez les filles.
Angle de la position idéale = 0°

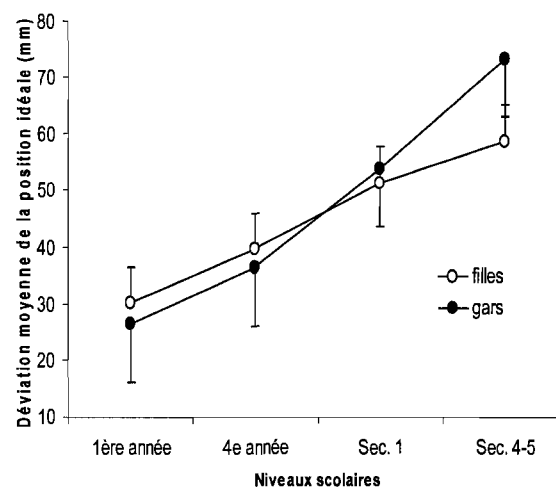


Figure 8. Variation, en moyennes et ESM, de la distance (mm) entre la tête et la position idéale ($L_tête_dist$) en fonction de l'âge chez les garçons et chez les filles.
Déviation idéale = 0mm

En ce qui concerne la translation de la tête chez les filles, nous remarquons que la distance augmente progressivement de $30.18 \text{ mm} \pm 17.17$ à $58.75 \text{ mm} \pm 34.89$ entre la

première année et le secondaire 4-5. Des résultats similaires sont observés chez les garçons avec des changements respectifs de $26.36 \text{ mm} \pm 22.26$ en première année et de $73.35 \text{ mm} \pm 23.88$ en secondaire 4-5. La Figure 8 démontre la variation de la translation de la tête en fonction de l'âge et du sexe. Nous observons sur cette figure que les garçons ont la tête beaucoup plus avancée que les filles et ce, principalement en secondaire 4-5.

L'épaule

Nous observons que la translation de l'épaule (L_épaule_dist) vers l'avant augmente progressivement avec l'âge chez les deux sexes jusqu'en secondaire 1 pour ensuite diminuer en secondaire 4-5. Les filles de secondaire 1 ont les épaules plus avancées que les filles de secondaire 4-5 avec une translation respective de $20.40 \text{ mm} \pm 26.52$ contre $15.26 \text{ mm} \pm 31.41$. Des résultats semblables sont observés chez les garçons alors que le groupe de secondaire 1 présente une translation de $29.57 \text{ mm} \pm 23.12$ et le groupe de secondaire 4-5 une translation de $25.25 \text{ mm} \pm 23.93$. L'ensemble des résultats de la translation de l'épaule est présenté au Tableau 3.

Tableau 3

Angles (°) ou distances (mm), en moyennes et écart-types, selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles pour les variables de l'épaule observées dans le plan sagittal.

Filles					
Vue	Variable	1	2	3	4
		1 ^{ère} année	4 ^e année	Sec 1	Sec 4 – 5
	N =	20	27	24	31
L	épaule_dist	12.74 ± 20.61	18.47 ± 21.68	20.40 ± 26.52	15.26 ± 31.41
L	épaule-bassin_Ang	-1.77 ± 2.48 ³	-1.79 ± 2.81 ³	-0.25 ± 2.24 ¹⁻²⁻⁴	-2.03 ± 2.71 ³
Gars					
Vue	Variable	5	6	7	8
		1 ^{ère} année	4 ^e année	Sec 1	Sec 4 – 5
	N =	23	32	24	26
L	épaule_dist	12.42 ± 17.61 ⁷	19.22 ± 22.72	29.57 ± 23.12 ⁵	25.25 ± 23.93
L	épaule-bassin_Ang	-1.42 ± 3.18 ⁷	-0.50 ± 2.80	0.22 ± 2.83 ⁵⁻⁸	-1.89 ± 1.98 ⁷

On remarque qu'une démarcation se produit entre les sexes après la quatrième année alors que les garçons présentent une translation plus grande que les filles à partir de ce moment. Les résultats pour cette variable sont reproduits à la Figure 9 afin de mieux illustrer cette situation.

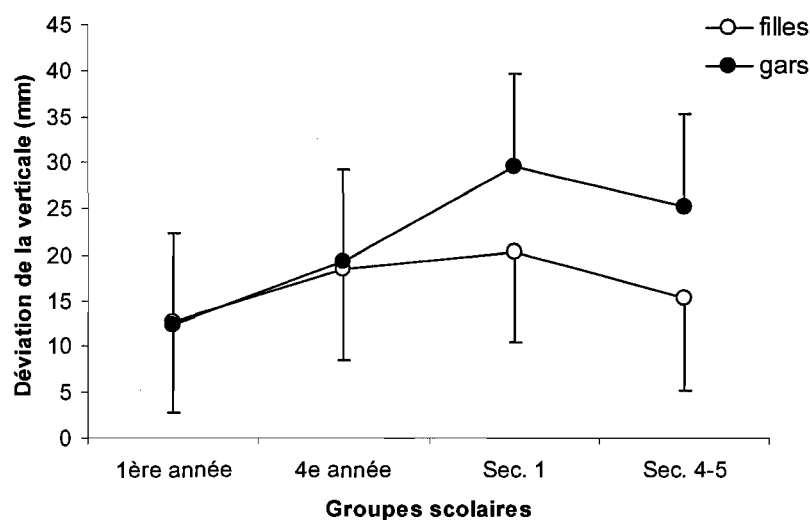


Figure 9. Variation, en moyennes et ESM, de la distance (mm) entre l'épaule et la position idéale (L_épaule_dist) en fonction de l'âge chez les garçons et chez les filles. Déviation idéale = 0mm

L'observation des résultats précédents (Tableaux 2 et 3), nous permet de constater que la translation de la tête et de l'épaule progresse différemment avec l'âge. Afin de bien faire ressortir cette particularité, nous avons comparé, à la Figure 10, ces deux variables chez les groupes de secondaire 1 et de secondaire 4-5 masculins. On peut voir sur cette figure que la translation antérieure de l'épaule diminue légèrement du secondaire 1 au secondaire 5 alors que la translation antérieure de la tête avance de façon importante.

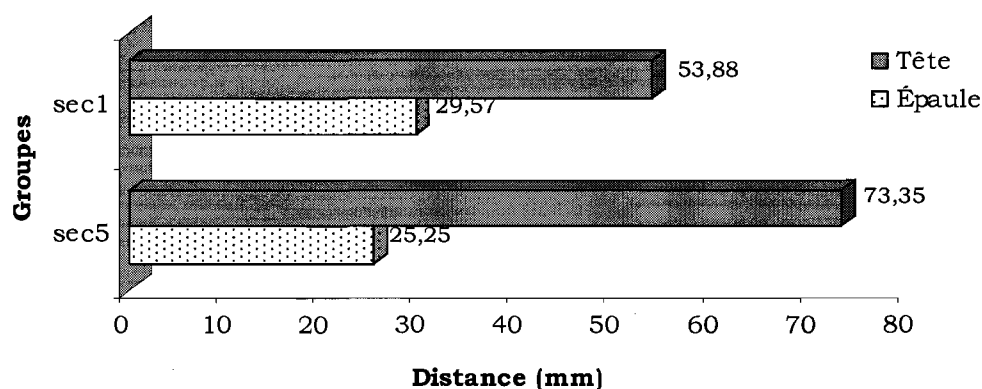


Figure 10. Comparaison de l'écart moyen de la position idéale pour les points de repères de la tête (tragus) et de l'épaule (acromion) chez les garçons de secondaire 1 et de secondaire 5.

Au Tableau 2 la variable suivante est l'angle formé entre l'épaule et le bassin (L_épaule-bassin_Ang). L'observation des résultats nous montre que les groupes de secondaire 1 se démarquent des autres groupes d'âges pour cette variable. Chez les filles, le groupe de secondaire 1 est significativement différent des autres groupes d'âges du même sexe avec un angle de $-0.25^\circ \pm 2.24$. Chez les garçons, le groupe de secondaire 1, avec un angle de $0.22^\circ \pm 2.83$, diffère significativement des première année et des secondaire 4-5. Il n'est cependant pas différent des quatrième année. La Figure 11 illustre l'évolution de l'angle entre l'épaule et le bassin en fonction de l'âge.

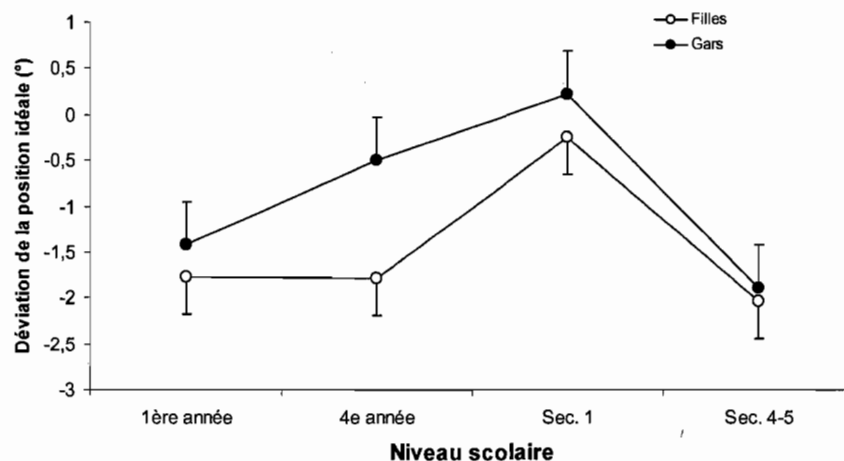


Figure 11. Variation, en moyennes et ESM, de l'angle (°) entre le bassin et l'épaule (L_épaules-bassin) en fonction de l'âge chez les garçons et chez les filles.
Angle de la position idéale = 0°

Le bassin

On observe, au Tableau 4, que l'angle d'inclinaison du bassin (L_bassin_Ang) entre l'épine iliaque postéro-supérieure (EIPS) et l'épine iliaque antéro-supérieure (EIAS) change significativement avec l'âge. Chez les deux sexes, on remarque que l'inclinaison du bassin est plus grande chez les groupes de première année comparativement aux groupes du secondaire. Chez les filles, avec un angle de $15.76^\circ \pm 5.56$, le groupe de première année présente une inclinaison du bassin significativement différente de tous les autres groupes féminins.

Tableau 4

Angles (°), en moyennes et écart-types, selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles pour l'inclinaison du bassin observé dans le plan sagittal.

Filles					
Vue	Variable	1	2	3	4
		1 ^{ère} année	4 ^e année	Sec 1	Sec 4 – 5
	N =	20	27	24	31
L	Bassin_Ang	15,76 ± 5,56 ²⁻³⁻⁴	12.82 ± 4.07 ¹	10.77±5.17 ¹	11.56 ± 5.33 ¹
Gars					
Vue	Variable	5	6	7	8
		1 ^{ère} année	4 ^e année	Sec 1	Sec 4 – 5
	N =	23	32	24	26
L	Bassin_Ang	16,09 ± 5,90 ⁷⁻⁸	15.57 ± 4.53 ⁸	12.97 ± 5.14 ⁵⁻⁸	8.73 ± 4.29 ⁵⁻⁶⁻⁷

Chez les garçons, on remarque que l'inclinaison du bassin diminue constamment avec l'âge. On observe un angle de $16.09^{\circ} \pm 5.90$ chez le groupe de première année comparativement à un angle de $8.73^{\circ} \pm 4.29$ chez le groupe de secondaire 4-5. La Figure 12 permet d'illustrer que l'inclinaison du bassin a tendance à diminuer avec l'âge. On y remarque que seul le groupe des filles de secondaire 4-5 présente une légère augmentation en comparaison au groupe de secondaire 1.

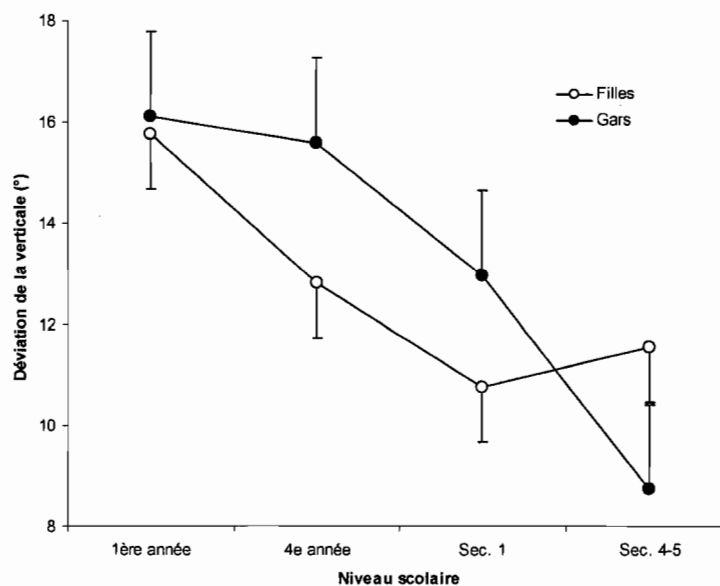


Figure 12. Variation, en moyennes et ESM, de l'angle (°) d'inclinaison du bassin (L_bassin_Ang) en fonction de l'âge chez les garçons et chez les filles.

Le genou

Les variables se rapportant au genou sont présentées au tableau 5. La première de ces variables, l'angle entre le genou et le bassin (L_hanche_genou_Ang), est significativement différente entre les deux sexes mais ne change pas de façon significative avec l'âge. On remarque que pour cette variable, les filles ont le bassin positionné davantage vers l'avant, suggérant un genou qui est moins en flexion que les garçons.

Tableau 5

Angles (°), en moyennes et écart-types, selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles pour les variables du genou observées dans le plan sagittal.

Filles					
Vue	Variable	1 1 ^{ère} année	2 4 ^e année	3 Sec 1	4 Sec 4 – 5
	N =	20	27	24	31
L	hanche-genou_Ang	0,65 ± 3,52	-0,15 ± 3,47	0,29 ± 3,21	0,57 ± 2,42
L	genou-pied_Ang	3,79 ± 4,30	5,67 ± 2,83	3,69 ± 3,35	4,31 ± 2,94
Gars					
Vue	Variable	5 1 ^{ère} année	6 4 ^e année	7 Sec 1	8 Sec 4 – 5
	N =	23	32	24	26
L	hanche-genou_Ang	-1,58 ± 3,70	-1,49 ± 3,19	-2,15 ± 3,41	-0,61 ± 2,72
L	genou-pied_Ang	4,55 ± 4,01	4,41 ± 3,62	5,29 ± 2,73	4,82 ± 2,16

La deuxième variable présentée est l'angle entre le pied (articulation calcanéo-cuboïdienne) et le genou (L_genou_pied_Ang). Nous remarquons que cet angle est positif chez tous les groupes (+Rx) nous indiquant que l'articulation du genou est plus avancée que celle du pied.

Plan Frontaux

Pour les variables des plans frontaux antérieur et postérieur, la plupart des données ont été analysées en valeurs absolues afin de ne pas atténuer les déviations posturales présentes. En effet, lors du calcul des moyennes, un sujet avec un angle de -1° au niveau des épaules (côté droit plus élevé), aurait annulé la déviation de 1° au niveau des épaules d'un autre sujet (côté gauche plus élevé).

Ainsi, nous n'avons tenu compte que du degré de variation et non du sens de cette dernière. Les résultats nous informent que l'un des côtés du corps est plus élevé (Rz) ou plus éloigné d'un côté (Tx), mais ne permet pas de savoir lequel. Le signe positif (+) ou négatif (-) indiquant la direction de la déviation n'a été conservé que pour les variables relatives aux pieds afin de savoir si le pied était en rotation interne (-) ou en rotation externe (+) dans le plan antérieur (A_piedG_Rot et A_piedD_Rot) ou si le pied était en pronation (-) ou en supination (+) dans le plan postérieur (P_piedG_Ang et P_piedD_Ang).

Plan frontal antérieur

Dans une posture équilibrée l'axe vertical dans le plan frontal antérieur passe par les points de repères suivants : glabellle, fossette mentonnière, sternum, l'ombilic, distance égale des patellas et du centre des mortaises séparant ainsi le corps en deux parties symétriques (gauche et droite). On s'attend à ce que les axes frontaux qui passent

par les deux acromions, les deux EIAS et les deux patellas soient horizontaux. Les résultats de ces variables sont présentés au Tableau 6.

Tableau 6

Angles (°), en moyennes et écart-types, selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles pour les variables des épaules, du bassin et des genoux observées dans le plan frontal antérieur.

Filles					
Vue	Variable	1 1 ^{ère} année	2 4 ^e année	3 Sec 1	4 Sec 4 – 5
	N =	20	27	24	31
A	épaule_Ang	0.81 ± 0.91 ⁴	1.35 ± 0.96 ⁴	1.48 ± 1.16	2.16 ± 1.64 ^{1,2}
A	bassin_Ang	0.72 ± 0.48	0.75 ± 0.73	0.81 ± 0.51	0.83 ± 0.74
A	genou_Ang	1.02 ± 0.83	0.73 ± 0.64	0.81 ± 0.60	0.78 ± 0.72
Gars					
Vue	Variable	5 1 ^{ère} année	6 4 ^e année	7 Sec 1	8 Sec 4 – 5
	N =	23	32	24	26
A	épaule_Ang	1.30 ± 0.90	1.95 ± 1.26	1.35 ± 1.34	1.34 ± 1.23
A	bassin_Ang	0.98 ± 0.91	0.81 ± 0.74	0.83 ± 0.61	0.86 ± 0.69
A	genou_Ang	1.08 ± 0.85	1.11 ± 0.98	0.99 ± 1.14	0.79 ± 0.53

Les épaules

On retrouve la plus grande inégalité des épaules chez le groupe de filles de secondaire 4-5 avec l'une des épaules plus haute que l'autre de $2.16^{\circ} \pm 1.64$. Ce groupe est significativement différent du groupe de première année ($0.81^{\circ} \pm 0.91$) et du groupe

de quatrième année ($1.35^{\circ} \pm 0.96$). Aucune différence significative n'est observée chez les garçons.

Bassin et genoux

Les variables concernant la hauteur des EIAS (A_bassin_Ang) et la hauteur des patellas présentent des variations négligeables pour tous les groupes.

Les pieds

On observe, au Tableau 7, que la rotation des pieds présente des variations importantes entre les groupes d'âge et entre les sexes. Chez les filles, la seule différence significative se retrouve au niveau du pied gauche. On remarque que les filles de secondaire 4-5 présente une légère rotation interne ($-0.98^{\circ} \pm 7.53$) pour ce pied alors que les filles du groupe de secondaire 1 ont les pieds en rotation externe ($4.35^{\circ} \pm 6.42$).

Tableau 7

Angles ($^{\circ}$), en moyennes et écart-types, selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles pour les variables des pieds observées dans le plan frontal antérieur.

Filles					
Vue	Variable	1 1 ^{ère} année	2 4 ^e année	3 Sec 1	4 Sec 4 – 5
	N =	20	27	24	31
A	piedG_Rot	0.14 ± 8.35	1.37 ± 7.77	4.35 ± 6.42 ⁴	-0.98 ± 7.53 ³
A	piedD_Rot	-0.61 ± 9.04	1.36 ± 6.33	1.58 ± 7.26	1.23 ± 5.95
Gars					
Vue	Variable	5 1 ^{ère} année	6 4 ^e année	7 Sec 1	8 Sec 4 – 5
	N =	23	32	24	26
A	piedG_Rot	5.11 ± 8.03 ⁷⁻⁸	3.70 ± 8.51 ⁷⁻⁸	10.36 ± 6.68 ⁵⁻⁶	10.90 ± 7.33 ⁵⁻⁶
A	piedD_Rot	1.47 ± 8.67 ⁷⁻⁸	5.54 ± 8.23 ⁸	7.80 ± 7.81 ⁵	10.88 ± 8.34 ⁵⁻⁶

Chez les garçons, on remarque que les groupes du secondaire sont significativement différents des groupes du primaire alors que la rotation externe des pieds tend à s'accroître avec l'âge. Les changements respectifs entre le groupe de première année et le groupe de secondaire 4-5 sont de $5.11^{\circ} \pm 8.03$, à $10.90^{\circ} \pm 7.33$ pour le pied gauche et de $1.47^{\circ} \pm 8.67$, à $10.88^{\circ} \pm 8.34$ pour le pied droit.

Les Figures 13 et 14 illustrent les différences entre les sexes et les groupes d'âge pour la rotation des pieds vue de face. Nous observons sur ces figures que les garçons ont toujours une rotation des pieds vers l'extérieur et que cette rotation augmente considérablement avec l'âge.

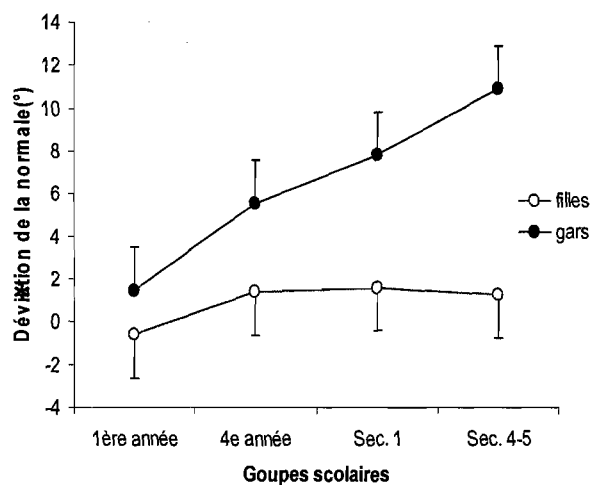


Figure 13. Variation, en moyennes et ESM, de l'angle (°) de rotation du pied droit (A_piedD_Rot) en fonction de l'âge chez les garçons et chez les filles.

Angle de la position idéale = 0°

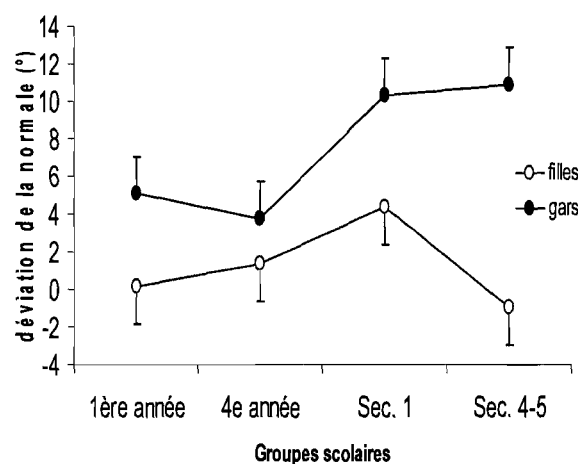


Figure 14. Variation, en moyennes et ESM, de l'angle (°) de rotation du pied gauche (A_piedG_Rot) en fonction de l'âge chez les garçons et chez les filles.

Angle de la position idéale = 0°

Plan frontal postérieur

Épaules et bassin

Pour le plan frontal postérieur, les variables de l'épaule et du bassin sont présentées au Tableau 8. Au niveau des épaules, l'alignement horizontal des acromions (P_épaule_Ang) varie peu et ne diffère pas significativement entre les groupes. La Figure 15 présente graphiquement les résultats pour la variable de l'épaule dans le plan postérieur

Tableau 8

Angles (°), en moyennes et écart-types, selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles pour les variables de l'épaule et du bassin observées dans le plan frontal postérieur.

Filles					
Vue	Variable	1	2	3	4
		1 ^{ère} année	4 ^e année	Sec 1	Sec 4 – 5
	N =	20	27	24	31
P	épaule_Ang	1.21 ± 0.93	1.24 ± 1.04	1.60 ± 1.44	1.75 ± 1.48
P	bassin_Ang	0.66 ± 0.51 ⁴	0.72± 0.51 ⁴	0.69 ± 0.39 ⁴	1.24 ± 1.18 ¹⁻²⁻³
Gars					
Vue	Variable	5	6	7	8
		1 ^{ère} année	4 ^e année	Sec 1	Sec 4 – 5
	N =	23	32	24	26
P	épaule_Ang	1.84 ± 1.17	1.67 ± 1.28	1.47 ± 1.43	1.27 ± 0.92
P	bassin_Ang	0.75 ± 0.77	1.04 ± 1.40	0.61 ± 0.47	0.73 ± 0.47

Au niveau du bassin, seules les filles de secondaire 4-5 se distinguent significativement de leurs homologues. Au Tableau 8, on peut voir que ce groupe présente en moyenne, une déviation de $1.24^{\circ} \pm 1.18$ de l'une des EIPS comparativement à $0.66^{\circ} \pm 0.51$, $0.72^{\circ} \pm 0.51$, $0.69^{\circ} \pm 0.39$ pour les groupes 1, 2 et 3. Aucune différence importante n'est à noter chez les gars pour cette variable. La Figure 16 montre graphiquement la variable du bassin dans le plan frontal postérieur.

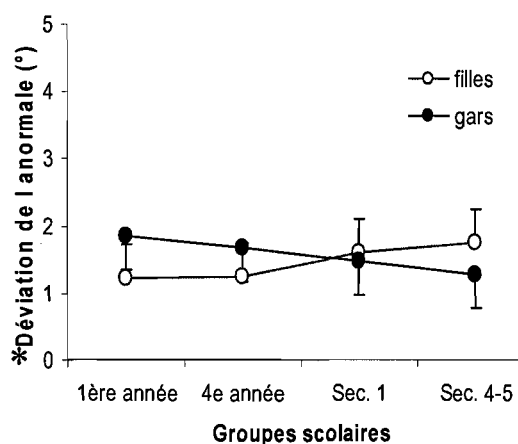


Figure 15. Variation, en moyennes et ESM, de l'angle (°) au niveau des épaules dans le plan frontal antérieur en fonction de l'âge chez les garçons et chez les filles.

Angle de la position idéale = 0°

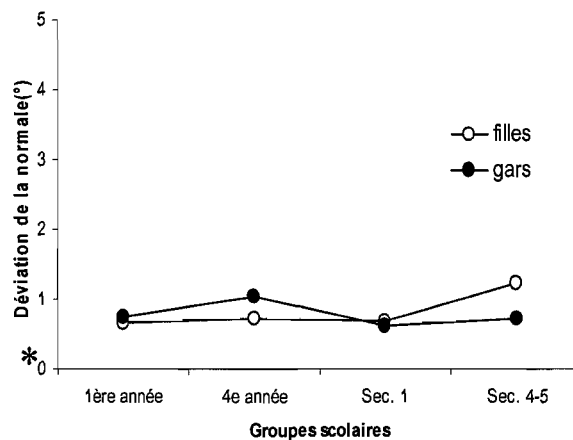


Figure 16. Variation, en moyennes et ESM, de l'angle (°) au niveau du bassin dans le plan frontal antérieur en fonction de l'âge chez les garçons et chez les filles.

Angle de la position idéale = 0°

Colonne vertébrale

Le Tableau 9 présente le déplacement de la 7^e vertèbre cervicale (C7) et de la 5^e vertèbre thoracique (T5) comparativement à la verticale de référence. On y remarque que tous les groupes présentent un déplacement relativement important en ce qui concerne ces deux variables.

Tableau 9

Distances (mm), en moyennes et écart-types, selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles pour les variables des vertèbres C7 et T5 observées dans le plan frontal postérieur.

Filles					
Vue	Variable	1 1 ^{ère} année	2 4 ^e année	3 Sec 1	4 Sec 4 – 5
	N =	20	27	24	31
P	7cerv_dist	11.65 ± 9.43	10.77 ± 10.96	12.06 ± 9.85	11.48 ± 10.01
P	5dor_dist	12.79 ± 8.71	10.54 ± 11.41	11.66 ± 8.71	11.29 ± 8.29
Gars					
Vue	Variable	5 1 ^{ère} année	6 4 ^e année	7 Sec 1	8 Sec 4 – 5
	N =	23	32	24	26
P	7cerv_dist	10.73 ± 9.15 ⁸	10.99 ± 8.73 ⁸	15.30 ± 9.60	16.76 ± 11.21 ⁵⁻⁶
P	5dor_dist	11.46 ± 9.22	9.35 ± 8.11 ⁸	13.98 ± 10.33	15.47 ± 9.02 ⁶

Chez les filles, on retrouve translation de C7 et de T5 vers la gauche ou vers la droite (Tx) chez tous les groupes, mais il n'existe pas de différences significatives entre les groupes pour ces variables.

Chez les garçons, on observe que les vertèbres C7 et T5 sont aussi décentrées chez tous les groupes mais particulièrement chez le groupe de secondaire 4-5. Pour C7, ce groupe présente une translation de 16.76 mm ± 11.21 qui est significativement différente des groupes de première année et de quatrième année qui ont respectivement un

déplacement de $10.73 \text{ mm} \pm 9.15$ et $10.99 \text{ mm} \pm 8.73$. Pour T5, le groupe de secondaire 4-5 présente également une translation importante soit $15.47 \text{ mm} \pm 9.07$. Ceux-ci sont significativement différents cette fois seulement du groupe de quatrième année qui présente un déplacement de $9.35 \text{ mm} \pm 8.11$. Les Figures 17 et 18 illustrent les translations de C7 et de T5. Nous y observons le plus grand déplacement de ces variables chez les garçons et ce, principalement en secondaire 4-5.

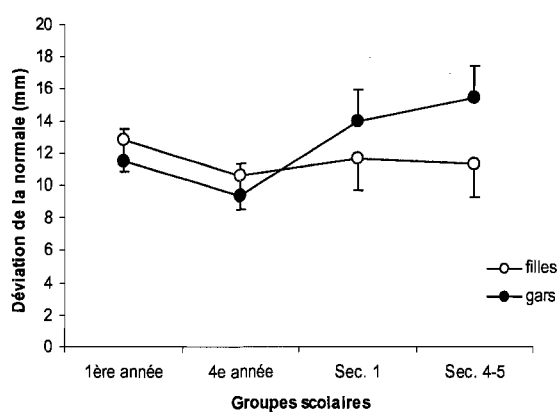


Figure 17. Variation, en moyennes et ESM, de la translation (mm) de C7 dans le plan frontal postérieur en fonction de l'âge chez les garçons et chez les filles.

Translation idéale = 0 mm

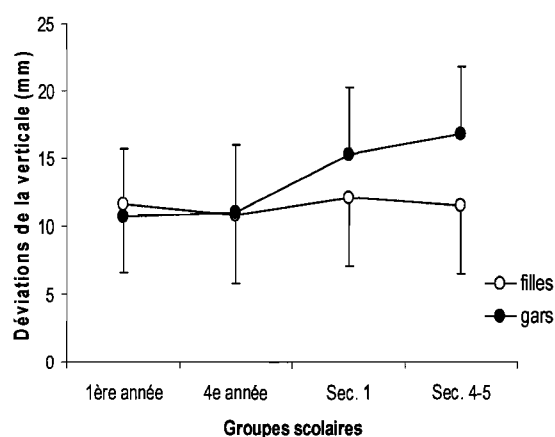


Figure 18. Variation, en moyennes et ESM, de la translation (mm) de T5 dans le plan frontal postérieur en fonction de l'âge chez les garçons et chez les filles.

Translation idéale = 0 mm

Les pieds

Les résultats pour les variables des pieds (P_piedD_Rot et P_piedG_Rot) sont présentés au Tableau 10. On y remarque que tous les résultats sont négatifs indiquant que tous les groupes de l'étude ont les pieds en pronation. Cependant, on ne retrouve aucune différence significative entre les groupes.

Tableau 10

Angles (°), en moyennes et écart-types, selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles pour les variables des pieds observées dans le plan frontal postérieur.

Filles					
Vue	Variable	1 1 ^{ère} année	2 4 ^e année	3 Sec 1	4 Sec 4 – 5
	N =	20	27	24	31
P	piedG_Ang	-3.06 ± 1.07	-2.13 ± 1.02	-4.75 ± 1.51	-0.93 ± 0.66
P	piedD_Ang	-2.78 ± 0.79	-2.76 ± 1.39	-4.27 ± 1.62	-0.94 ± 0.62
Gars					
Vue	Variable	5 1 ^{ère} année	6 4 ^e année	7 Sec 1	8 Sec 4 – 5
	N =	23	32	24	26
P	piedG_Ang	-2.85 ± 1.47	-2.94 ± 1.88	-3.71 ± 2.01	-2.78 ± 1.44
P	piedD_Ang	-2.88 ± 1.49	-0.75 ± 2.01	-3.73 ± 1.93	-3.48 ± 1.57

Extensibilité musculaire

La présentation des résultats des tests d'extensibilité musculaire se fait en débutant par les muscles des membres supérieurs suivi par les muscles des membres inférieurs.

Voici un exemple afin d'illustrer la présentation des données de l'extensibilité musculaire :

		Filles			
Variable	Valeur attendue (°)	1	2	3	4
		1 ^{ère} année	4 ^e année	Sec 1	Sec 4 – 5
IschioD	80	87.75 ± 4.12 ³⁻⁴	86.11 ± 8.01 ³⁻⁴	79.79 ± 9.83 ¹⁻²	77.33 ± 8.48 ¹⁻²
IschioG	80	87.75 ± 4.12 ³⁻⁴	86.29 ± 7.67 ³⁻⁴	79.59 ± 9.77 ¹⁻²	76.46 ± 8.08 ¹⁻²

La première colonne nous indique le muscle ou groupe musculaire mesuré avec à la fin la lettre « D » s'il s'agit du membre droit et de la lettre « G » s'il s'agit du membre gauche. La deuxième colonne indique l'extensibilité normale en degrés ou en millimètres de la population adulte d'après Kendall ⁶. Les quatre colonnes suivantes présentent les résultats des différents groupes, toujours en indiquant en exposé les groupes qui sont significativement différents entre eux. Les résultats les plus significatifs ou démontrant un aspect particulier ont été soulignés en gris.

Ainsi, cet exemple nous informe que chez les filles, les deux groupes les plus jeunes sont significativement plus extensibles que les groupes du secondaire au niveau

des ischio-jambiers. Le groupe 1 est pour les deux jambes plus souples de $7.75^{\circ} \pm 4.12$, comparativement au 80° attendu et est significativement différent des groupes 3 et 4. La situation du groupe 2 est semblable pour ces deux variables.

La plupart des variables de l'extensibilité musculaire seront également présentées sous forme graphique et dans la majorité des cas une ligne pointillé (-----) indique la valeur normale du test.

Membre supérieur

Le grand pectoral

L'extensibilité des deux faisceaux (inférieur et supérieur) du grand pectoral a été évalué séparément et est présenté au Tableau 11.

Chez les filles, les deux faisceaux des pectoraux sont significativement plus extensibles chez les groupes du primaire comparativement aux groupes du secondaire. Le groupe de secondaire 1 est celui qui présente le moins d'extensibilité pour ces variables. On remarque toutefois que les résultats de ce groupe restent plus élevés que les valeurs attendues chez l'adulte.

Tableau 11

Résultats, en moyennes et écart-types, de l'angle (°) mesuré aux tests d'extensibilité musculaire pour le grand pectoral selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles.

Filles					
Variable	Valeur attendue(°)	1 1 ^{ère} année	2 4 ^e année	3 Sec 1	4 Sec 4 – 5
N =		20	27	24	31
Ch inf.Gpec D	100	113.2 ± 11.95 ³⁻⁴	111.29 ± 10.61 ³	104.79 ± 7.87 ¹⁻²	108.87 ± 5.11 ¹
Ch inf.Gpec G	100	114.5 ± 11.57 ³⁻⁴	111.29 ± 10.61 ³	105.00 ± 7.66 ¹⁻²	108.54 ± 5.51 ¹
Ch sup.Gpec D	110	125.5 ± 11.57 ³⁻⁴	121.85 ± 10.75 ³	117.83 ± 6.88 ¹⁻²	117.90 ± 3.60 ¹
Ch sup.Gpec G	110	125.75 ± 11.38 ³⁻⁴	121.70 ± 11.18 ³	118.04 ± 6.70 ¹⁻²	117.45 ± 3.56 ¹
Gars					
Variable	Valeur attendue (°)	5 1 ^{ère} année	6 4 ^e année	7 Sec 1	8 Sec 4 – 5
N =		20	27	24	31
Ch inf.G pec D	100	106.79 ± 8.61 ⁸	108.18 ± 8.74 ⁸	106.85 ± 6.73 ⁸	102.31 ± 6.36 ⁵⁻⁶⁻⁷
Ch inf.G pec G	100	108.04 ± 8.76 ⁸	108.28 ± 7.02 ⁸	106.46 ± 6.16 ⁸	102.11 ± 6.81 ⁵⁻⁶⁻⁷
Ch sup.G pec D	110	119.34 ± 7.23 ⁸	118.28 ± 9.21 ⁸	118.13 ± 6.89 ⁸	113.85 ± 5.58 ⁵⁻⁶⁻⁷
Ch sup.G pec G	110	119.78 ± 7.46 ⁸	119.37 ± 9.22 ⁸	118.13 ± 7.34	114.04 ± 5.48 ⁵⁻⁶

Chez les garçons, on observe que le groupe de secondaire 4-5 est significativement moins extensible que les autres groupes pour les deux faisceaux des pectoraux. Ce groupe est quand même dans les valeurs normales de l'adulte pour ces variables. La Figure 19 illustre ces résultats pour les deux faisceaux du grand pectoral.

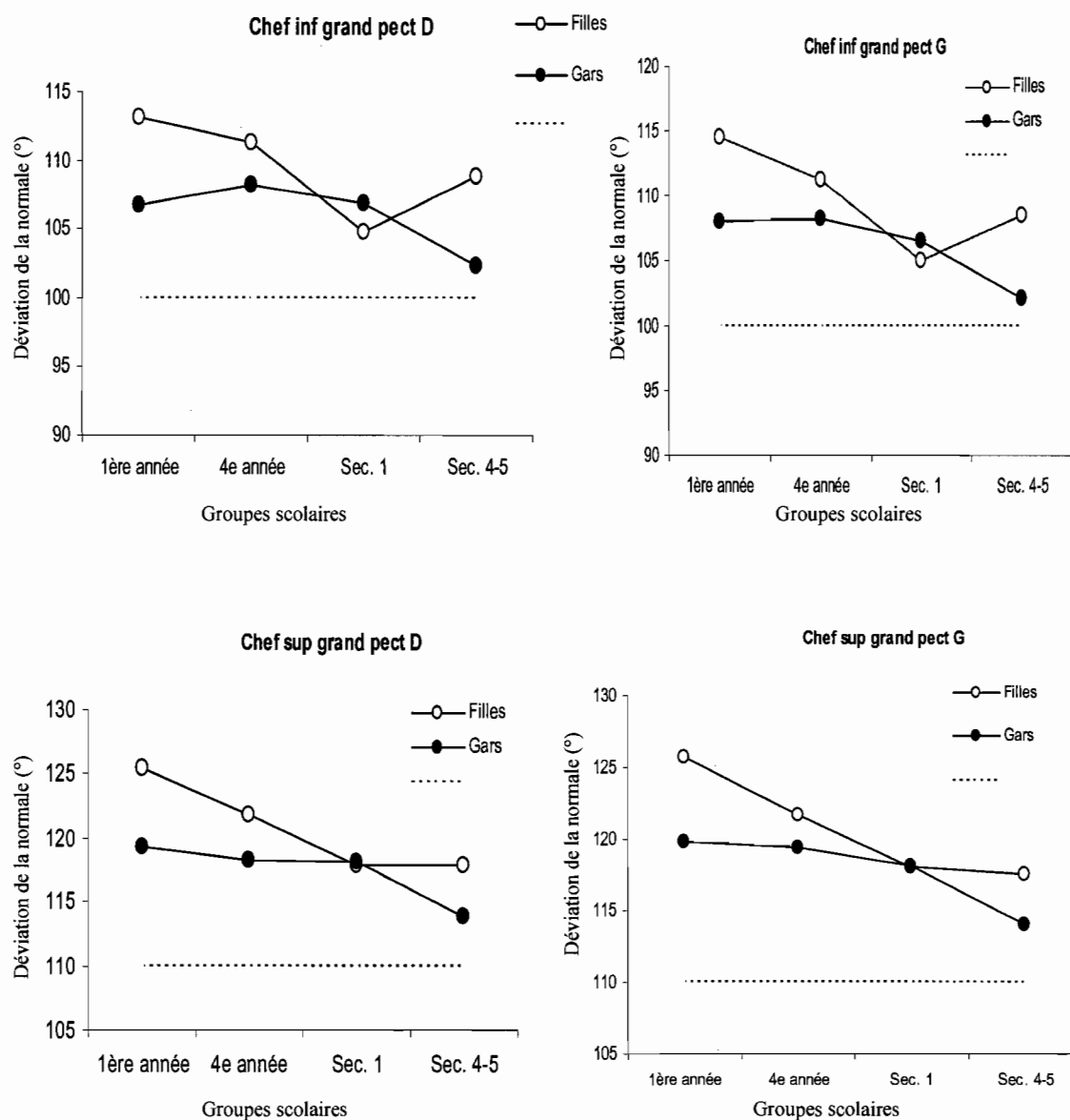


Figure 19. Résultats, en degrés (°), des tests d'extensibilité des faisceaux inférieur et supérieur du grand pectoral selon l'âge et le sexe.

Le petit pectoral

Le petit pectoral, lorsqu'il n'est pas assez souple, amène les épaules vers l'avant. Le test d'extensibilité effectué consiste à mesurer la distance entre l'épaule et la table d'évaluation alors que le sujet est en décubitus dorsal. Les résultats de ce test sont présentés au tableau 12.

Tableau 12

Résultats, en moyennes et écart-types, aux tests d'extensibilité musculaire du petit pectoral (mm) et du grand dorsal (°) selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles.

Filles					
Variable	Valeur attendue	1 1 ^{ère} année	2 4 ^e année	3 Sec 1	4 Sec 4 – 5
N =		20	27	24	31
Petit pec D	0 mm	8.85 ± 6.17	11.37 ± 7.80 ³⁻⁴	7.30 ± 2.29 ²	6.77 ± 2.42 ²
Petit pec G	0 mm	9.20 ± 7.64 ⁴	11.07 ± 6.90 ³⁻⁴	7.04 ± 3.10 ²	6.00 ± 2.21 ¹⁻²
G dorsal	180 °	181.75 ± 3.72 ²⁻³⁻⁴	180 ± 2.77 ¹	179.79 ± 1.02 ¹	180 ± 0 ¹
Gars					
Variable	Valeur attendue	5 1 ^{ère} année	6 4 ^e année	7 Sec 1	8 Sec 4 – 5
N =		20	27	24	31
Petit pec D	0 mm	10.00 ± 6.74	10.28 ± 7.23	7.25 ± 2.36	8.96 ± 5.88
Petit pec G	0 mm	10.78 ± 7.70 ⁷	10.34 ± 6.76	7.04 ± 2.33 ⁵	9.00 ± 5.11
G dorsal	180 °	180.22 ± 1.04	181.25 ± 3.36 ⁸	180 ± 0	179.62 ± 1.96 ⁶

Chez les filles, on observe que le groupe de quatrième année est celui qui présente le moins d'extensibilité pour le petit pectoral. Ce groupe est significativement différent des groupes de secondaire 1 et de secondaire 4-5. Chez les garçons, le seul résultat statistiquement différent, est observé au niveau du bras gauche entre le groupe de première année et de secondaire 1 avec des résultats respectifs de $10.78 \text{ mm} \pm 7.70$ comparativement à $7.04 \text{ mm} \pm 2.33$. La Figure 20 illustre les résultats du test d'extensibilité pour le petit pectoral. On peut y observer que les groupes les plus jeunes ont tendance à présenter moins d'extensibilité et ce principalement en quatrième année.

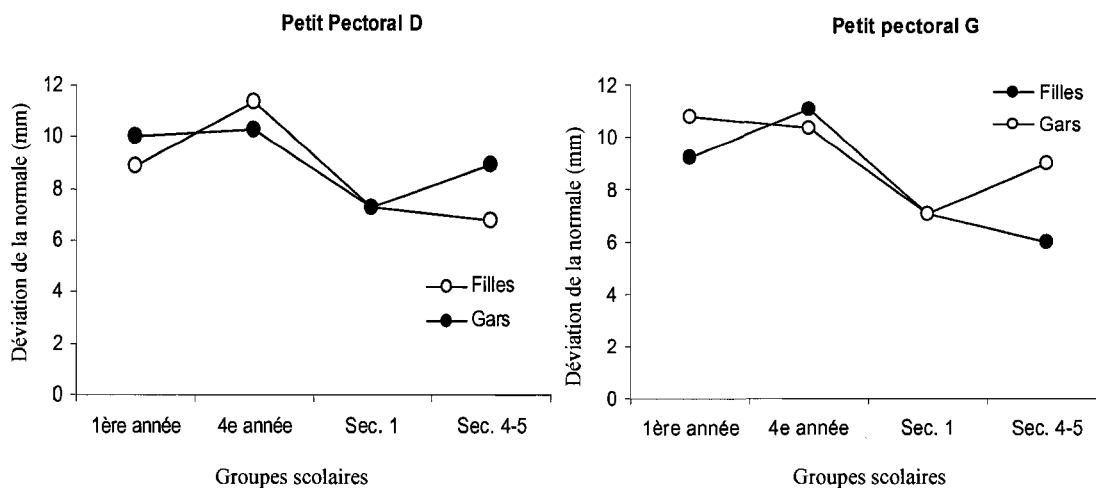


Figure 20. Résultats, de la distance (mm), au test d'extensibilité pour le petit pectoral selon l'âge et le sexe.

Le grand dorsal

Les résultats de l'extensibilité des grands dorsaux gauche et droit, mesurés simultanément, sont présentés au Tableau 12. Chez tous les groupes de cette étude, on observe peu de variations en comparaison avec l'extensibilité normale attendue de 180° . Seules les filles de première année sont significativement plus souples que tous les autres groupes du même sexe avec $1.75^\circ \pm 3.72$ de plus extensible que la normale. Chez les garçons, le groupe de quatrième année est significativement différent du groupe de secondaire 4-5 avec $1.25^\circ \pm 3.36$ de plus extensible que la normale comparativement à $0.38^\circ \pm 1.96$ de moins extensible que la normale.

Les rotateurs internes et externes de l'épaule

Le Tableau 13 présente les résultats de l'extensibilité des rotateurs internes et externes de l'épaule.

Chez les filles et chez les garçons, on observe que l'extensibilité des rotateurs internes de l'épaule est significativement plus grande chez les groupes du primaire comparativement aux groupes du secondaire. Toutefois, les groupes du secondaire présentent une extensibilité normale des rotateurs internes de l'épaule selon les valeurs attendues.

Tableau 13

Résultats, en moyennes et écart-types, de l'angle (°) mesuré aux tests d'extensibilité musculaire pour les rotateurs internes et externes de l'épaule selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles.

Filles					
Variable	Valeur attendue(°)	1 1 ^{ère} année	2 4 ^e année	3 Sec 1	4 Sec 4 – 5
N =		20	27	24	31
Rot int épau D	90	93.25 ± 5.44 ³⁻⁴	92.78 ± 3.49 ³⁻⁴	90 ± 2.01 ¹⁻²	89,84 ± 2.41 ¹⁻²
Rot int épau G	90	92.00 ± 3.40 ³⁻⁴	92.22 ± 3.49 ³⁻⁴	89,79 ± 2.32 ¹⁻²	89,84 ± 2.41 ¹⁻²
Rot ext épau D	70	78.5 ± 8.60	78.8 ± 6.96	79.58 ± 7.36	76.29 ± 6.58
Rot ext épau G	70	79.25 ± 8.15	78.70 ± 7.41	78.96 ± 7.94	76.29 ± 6.58

Gars					
Variable	Valeur attendue(°)	5 1 ^{ère} année	6 4 ^e année	7 Sec 1	8 Sec 4 – 5
N =		20	27	24	31
Rot int épau D	90	91.30 ± 2.7 ⁷⁻⁸	90.94 ± 2.35 ⁸	89,79 ± 1.02 ⁵	89,04 ± 2.01 ⁵⁻⁶
Rot int épau G	90	91.09 ± 2.60 ⁷⁻⁸	91.25 ± 2.54 ⁷⁻⁸	89,79 ± 1.02 ⁵⁻⁶	88,75 ± 2.15 ⁵⁻⁶
Rot ext épau D	70	78.26 ± 8.34 ⁸	75.94 ± 6.65	77.29 ± 7.06	73.00 ± 5.95 ⁵
Rot ext épau G	70	78.70 ± 7.86 ⁸	75.16 ± 8.84	76.88 ± 6.89	74.04 ± 5.48 ⁵

Tous les groupes de l'étude présente une extensibilité des rotateurs externes de l'épaule plus grande que la normale attendue de 70°. Chez les filles, on ne retrouve pas de différences significatives entre ces groupes d'âges. Chez les garçons, on observe que le groupe de première année est significativement plus extensible que le groupe de secondaire 4-5.

Extensibilité musculaire (membre inférieur)

Les résultats des tests d'extensibilité du psoas-iliaque et du droit de la cuisse sont présentés au tableau 14

Psoas-iliaque

En ce qui concerne le psoas-iliaque, il y a peu ou pas de fluctuations entre les groupes de cette étude, avec des valeurs qui oscillent autour de 0°.

Droit de la cuisse

Pour l'extensibilité du droit de la cuisse, on remarque que le groupe de filles de secondaire 4-5 est significativement moins extensible que tous les autres groupes féminins. Ce groupe présente des résultats qui sont en dessous de l'extensibilité normale attendue (80°) avec, respectivement pour la jambe droite et la jambe gauche, des angles de $79.55^\circ \pm 4.86$ et $79.39^\circ \pm 5.06$.

Chez les garçons, le groupe de secondaire 4-5 présente également une extensibilité du droit de la cuisse moins grande que la normale avec des angles de $79.85^\circ \pm 5.71$ et $78.70^\circ \pm 4.52$ respectivement pour la jambe droite et la jambe gauche. Ce groupe est significativement différent des deux groupes du primaire.

Tableau 14

Résultats, en moyennes et écart-types, de l'angle (°) mesuré aux tests d'extensibilité musculaire pour le psoas-iliaque et le droit de la cuisse selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles.

Filles					
Variable	Valeur attendue (°)	1 1 ^{ère} année	2 4 ^e année	3 Sec 1	4 Sec 4 – 5
N =		20	27	24	31
Psoas Ili D	0	0.25 ± 1.11	0.18 ± 0.96	0 ± 0	0 ± 0
Psoas Ili G	0	0.25 ± 1.11	0.18 ± 0.96	0 ± 0	0 ± 0
R femoris D	80	85.5 ± 3.94 ⁴	83.51 ± 5.33 ⁴	82.92 ± 5.69 ⁴	79.55 ± 4.86 ¹⁻²⁻³
R fémoris G	80	85.5 ± 3.94 ⁴	83.51 ± 5.68 ⁴	83.13 ± 5.67 ⁴	79.39 ± 5.06 ¹⁻²⁻³

Gars					
Variable	Valeur attendue (°)	5 1 ^{ère} année	6 4 ^e année	7 Sec 1	8 Sec 4 – 5
N =		20	27	24	31
Psoas Ili D	0	0 ± 0	0.16 ± 0.88	0.21 ± 1.02	0 ± 0
Psoas Ili G	0	0 ± 0	0.16 ± 0.88	0.21 ± 1.02	0 ± 0
R fémoris D	80	85.0 ± 3.99 ⁷⁻⁸	82.66 ± 4.75 ⁸	81.04 ± 4.66 ⁵	79.85 ± 5.71 ⁵⁻⁶
R fémoris G	80	84.78 ± 4.88 ⁷⁻⁸	82.34 ± 4.75 ⁸	80.83 ± 4.82 ⁵	78.70 ± 4.52 ⁵⁻⁶

La Figure 21 illustre les résultats pour l'extensibilité du droit de la cuisse. On peut y observer la diminution progressive de l'extensibilité de ce muscle avec l'âge.

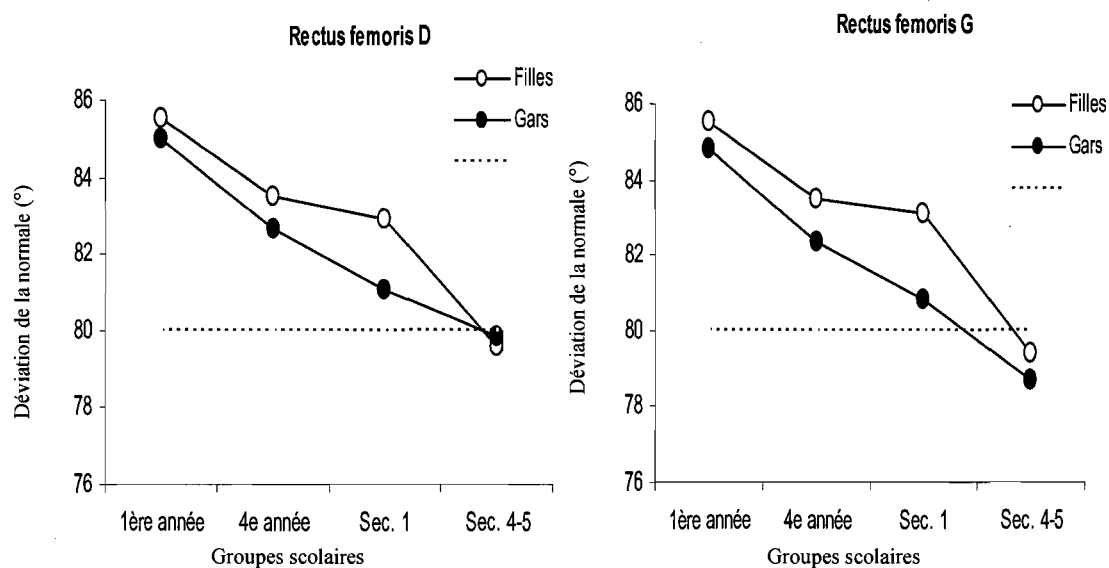


Figure 21. Résultats, en degrés (°), des tests d'extensibilité pour le droit de la cuisse selon l'âge et le sexe.

Les rotateurs internes et externes de la hanche

Les rotateurs internes et externes de la hanche sont présentés au tableau 15. On remarque qu'il n'y a pas de différences statistiques entre les groupes d'âges chez les filles pour les rotateurs internes de la hanche. Chez les garçons, l'extensibilité des rotateurs internes de la jambe droite est significativement moins grande chez le groupe de secondaire 4-5 comparativement à tous les autres groupes masculins. Au niveau de la jambe gauche, le groupe de secondaire 4-5 est moins souple seulement comparativement au groupe de première année.

Tableau 15

Résultats, en moyennes et écart-types, de l'angle (°) mesuré aux tests d'extensibilité musculaire pour les rotateurs internes et externes de la hanche selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles

Filles					
Variable	Valeur attendue (°)	1 1 ^{ère} année	2 4 ^e année	3 Sec 1	4 Sec 4 – 5
N =		20	27	24	31
Rot int han D	45	49.95 ± 6.49	47.04 ± 9.83	47.29 ± 5.31	45.97 ± 4.90
Rot int.han G	45	49.20 ± 8.15	47.22 ± 9.13	46.88 ± 5.07	45.97 ± 4.90
Rot ext han D	45	47.5 ± 7.16 ⁴	44.44 ± 4.87	44.58 ± 7.36	40.68 ± 5.38 ¹
Rot ext han G	45	47.0 ± 7.14 ⁴	44.62 ± 4.88 ⁴	43.96 ± 6.60	40.90 ± 5.01 ¹⁻²

Gars					
Variable	Valeur attendue (°)	5 1 ^{ère} année	6 4 ^e année	7 Sec 1	8 Sec 4 – 5
N =		20	27	24	31
Rot int han D	45	49.13 ± 8.21 ⁸	48.13 ± 2.46 ⁸	47.50 ± 6.43 ⁸	44.04 ± 4.48 ⁵⁻⁶⁻⁷
Rot int.han G	45	50.00 ± 6.57 ⁸	47.19 ± 4.00	47.92 ± 8.06	44.62 ± 3.72 ⁵
Rot ext han D	45	42.17 ± 10.01	38.91 ± 7.59 ⁷	44.58 ± 10.42 ⁶	39.42 ± 8.41
Rot ext han G	45	41.30 ± 9.91	39.22 ± 7.53 ⁷	44.37 ± 8.51 ⁶	39.42 ± 8.41

Les rotateurs externes de la hanche des filles du groupe de secondaire 4-5 sont significativement moins extensibles que le groupe de première année au niveau des deux jambes et des quatrième année pour la jambe gauche uniquement. On remarque que le groupe de secondaire 4-5 présente un écart de près de 5° avec le niveau d'extensibilité normale pour ces muscles.

Chez les garçons, ce sont les quatrième année qui présentent le moins d'extensibilité avec près de 6° de différence avec la normale. Ce groupe est significativement différent du groupe de secondaire 1. De façon générale, on peut remarquer que la flexibilité tend à diminuer avec l'âge en ce qui concerne les rotateurs internes et externes de la hanche. Ces variables sont illustrées à la Figure 22.

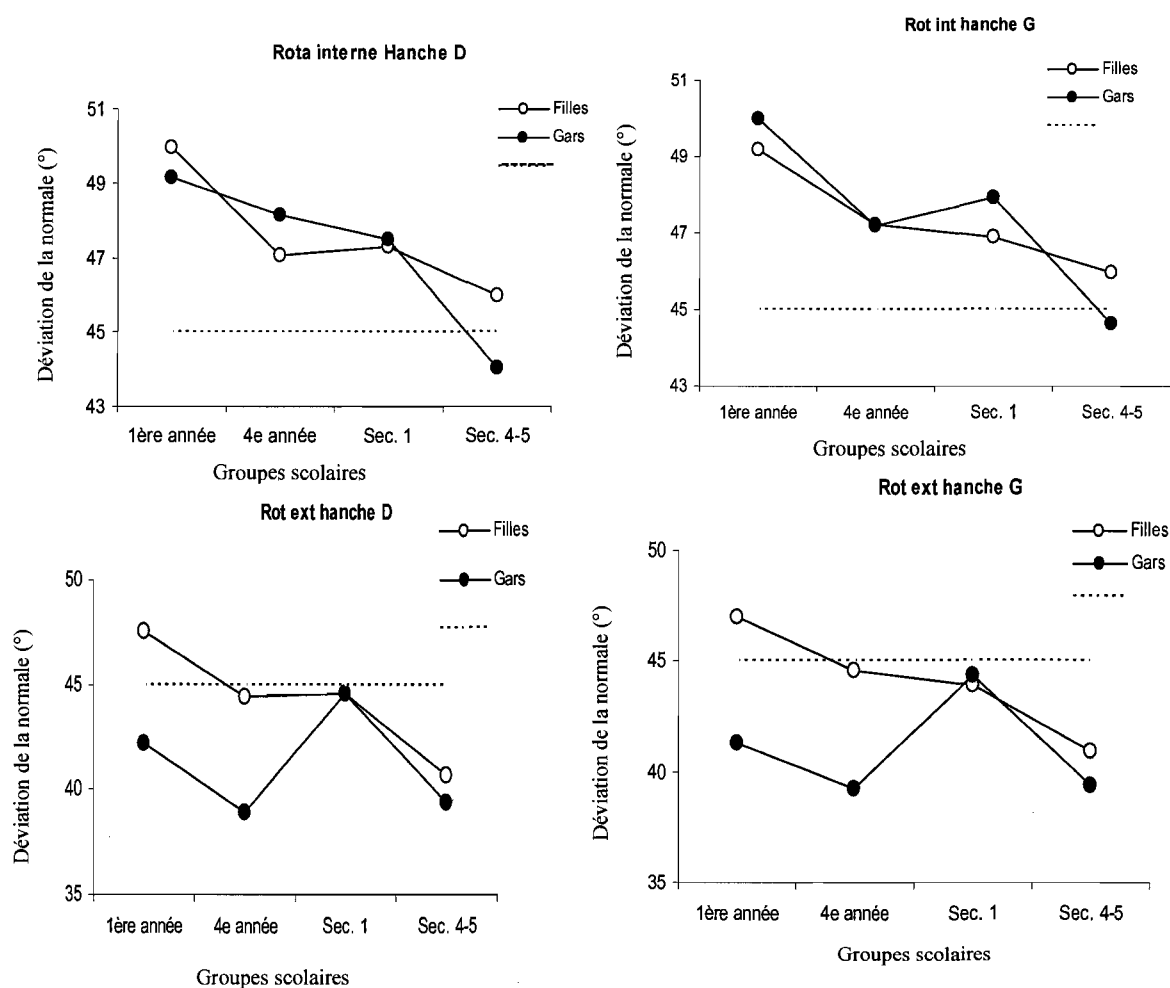


Figure 22. Résultats, en degrés (°), des tests d'extensibilité pour les rotateurs internes et externes de la hanche selon l'âge et le sexe.

Les ischio-jambiers

Le tableau 16 présente les résultats du test d'extensibilité des ischio-jambiers. Chez les filles, l'extensibilité des ischio-jambiers est significativement plus grande chez les groupes du primaire comparativement aux groupes du secondaire. On remarque d'ailleurs que les groupes féminins du secondaire 4 et 5 ont une extensibilité des ischio-jambiers inférieurs à la normale. Le groupe de secondaire 1 est également inférieur à la normale, celui-ci par moins de 1°.

Tableau 16

Résultats, en moyennes et écart-types, de l'angle (°) mesuré aux tests d'extensibilité musculaire pour les ischio-jambiers selon les groupes d'âges chez les garçons et les filles.

Filles					
Variable	Valeur attendue (°)	1 1 ^{ère} année	2 4 ^e année	3 Sec 1	4 Sec 4 – 5
N =		20	27	24	31
IschioD	80	87.75 ± 4.12 ³⁻⁴	86.11 ± 8.01 ³⁻⁴	79.79 ± 9.83 ¹⁻²	77.33 ± 8.48 ¹⁻²
IschioG	80	87.75 ± 4.12 ³⁻⁴	86.29 ± 7.67 ³⁻⁴	79.59 ± 9.77 ¹⁻²	76.46 ± 8.08 ¹⁻²
Gars					
Variable	Valeur attendue (°)	5 1 ^{ère} année	6 4 ^e année	7 Sec 1	8 Sec 4 – 5
N =		20	27	24	31
IschioD	80	84.56 ± 5.62 ⁶⁻⁷⁻⁸	76.87 ± 10.68 ⁵	78.75 ± 6.95 ⁵⁻⁸	73.46 ± 8.46 ⁵⁻⁷
IschioG	80	84.35 ± 5.70 ⁶⁻⁷⁻⁸	76.87 ± 7.30 ⁵	78.54 ± 6.83 ⁵⁻⁸	73.65 ± 8.31 ⁵⁻⁷

Chez les garçons, le groupe de première année présente une extensibilité des ischio-jambiers significativement plus grande que tous les autres groupes masculins. On observe que le groupe de quatrième année ainsi que les groupes du secondaire présentent tous une extensibilité inférieure à la normale. On remarque également qu'il existe une différence statistique entre les 2 groupes du secondaire, le groupe de secondaire 4-5 étant celui qui présente une extensibilité inférieure. La Figure 23 montre le portrait de ces résultats et met en évidence que l'extensibilité des ischio-jambiers tend à diminuer avec l'âge.

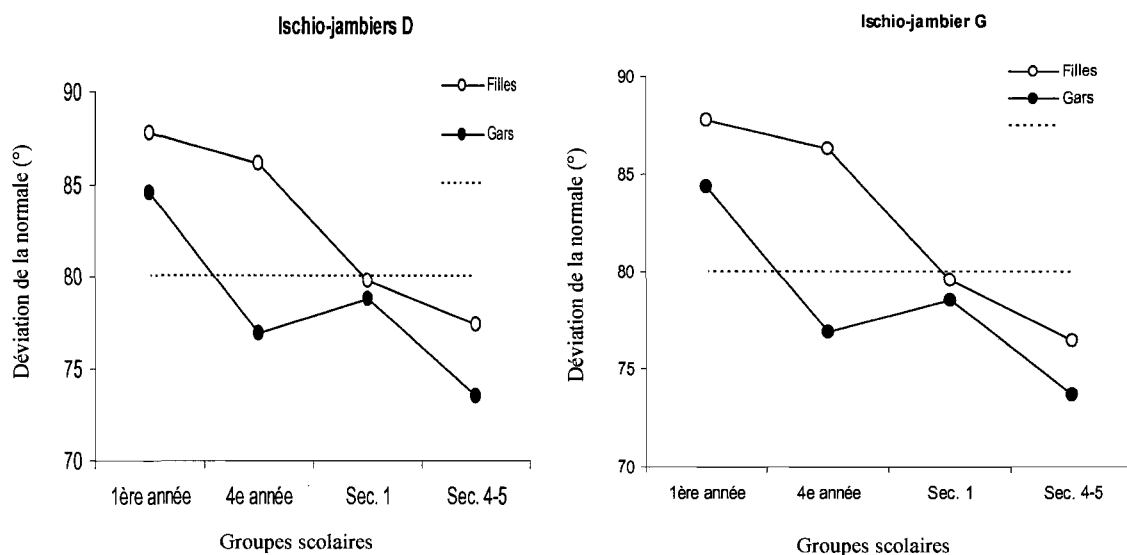


Figure 23. Résultats, en degrés (°), des tests d'extensibilité pour les ischio-jambiers selon l'âge et le sexe.

CHAPITRE V

DISCUSSION

La présente étude a été entreprise afin d'observer et de détailler la posture d'un échantillon d'enfants d'âges scolaire. Selon Kendall et al. (1995), il est normal d'observer certaines différences entre l'attitude posturale de l'enfant et de l'adulte dues aux différents rythmes de croissance des segments corporels. Ces déviations se corrigent d'elles-mêmes la plupart du temps lorsque l'enfant vieillit. Cependant, les résultats de notre étude nous démontrent que l'attitude posturale des jeunes, alors qu'ils vieillissent, ne semble pas tendre vers la position idéale de référence. La plus importante de ces déviations est la translation antérieure de la tête dans le plan sagittal qui progresse au fur et à mesure que l'âge des enfants avance et ce de façon similaire entre les sexes. Comme nous l'avons observé dans la section des résultats, l'association entre les anomalies posturales et les déséquilibres musculaires n'a pu être établie de façon claire dans le cadre de cette étude. On peut croire que le développement musculaire des jeunes en croissance ne permet pas une évaluation juste de l'extensibilité musculaire d'un groupe d'âge donné. Néanmoins, nous tenterons, dans la discussion, de souligner le lien possible entre ces deux variables.

Dans le texte qui suit, nous discuterons des conséquences possibles associées aux principales anomalies posturales observées en débutant par le plan sagittal suivi des plans frontaux antérieur et postérieur.

Plan sagittal

La tête et le rachis cervical

Il est évident en observant les résultats de la présente étude que plus les jeunes vieillissent, plus leur tête se déplace vers l'avant. Cette position est habituellement associée à un allongement des extenseurs du cou et un raccourcissement des muscles antérieurs de la région cervicale ⁴² Afin d'illustrer le désavantage mécanique créé par ce déplacement nous utiliserons l'exemple adapté de Cailliet ⁴³ Ce dernier a illustré, à l'aide d'un système de levier simple ($P \cdot X = M \cdot Y$), l'effet de la translation de la tête sur le travail musculaire des spinaux cervicaux (Figure 24). Afin d'être en équilibre en position statique, le poids de la tête (P) doit être balancé par l'action musculaire des extenseurs du cou (M). Dans l'équation $P \cdot X = M \cdot Y$ plus X sera grand (X = la translation de la tête) plus M (travail musculaire) sera grand puisque Y est une constante (la distance entre la ligne d'action et la ligne de rotation). Pour imager davantage ce concept, Haughie et al (1995) affirment que pour chaque centimètre de translation avant de la tête, le travail des extenseurs du cou augmente de 10 fois pour maintenir l'équilibre.

Ce principe de levier, peu importe le genre, s'applique à la majorité des articulations. Par conséquent, un mauvais alignement corporel engendrera un effort musculaire compensatoire supplémentaire. Un tel travail musculaire n'est pas économique en terme de dépense énergétique. Sur une longue période, on peut voir

apparaître des attitudes de fatigue qui à leur tour affecteront encore plus la posture ce qui entraînera de l'inconfort et de la douleur³⁰.

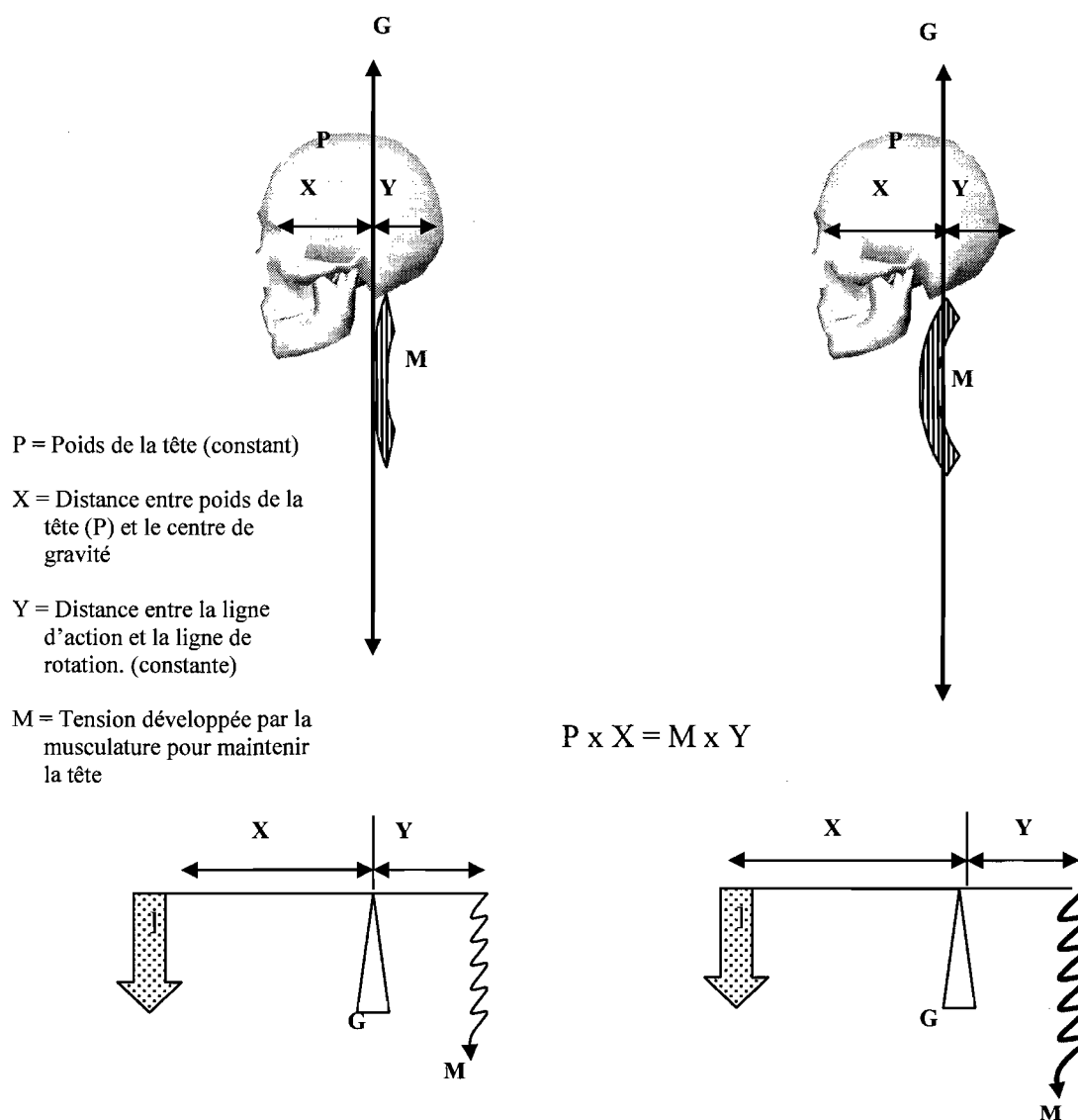


Figure 24. L'augmentation du travail musculaire des extenseurs du cou lors de la translation de la tête vers l'avant. (Adapté de Caillet (1981))

La relation entre les déviations posturales et la douleur est basée sur le fait que lors d'adoption de postures inadéquates, et ce de façon fréquente et prolongée, les tissus mous d'un côté de l'articulation vont s'adapter en s'allongeant alors que les tissus du côté opposé vont se raccourcir ⁴⁵. Ces adaptations des tissus mous vont modifier les forces actives et passives d'une articulation lors du mouvement, apportant des altérations biomécaniques et de la douleur ⁴⁵.

Donnatelli (1997) rapporte que le déplacement antérieur de la tête est associé à une diminution de la lordose cervicale. Selon lui, une lordose cervicale normale permet d'équilibrer les forces de compression et de cisaillement agissant au niveau de la colonne cervicale. Une diminution de celle-ci a pour effet d'augmenter les forces de compression comparativement aux forces de cisaillement. Ceci augmente les risques de dommages mécaniques au niveau des disques intervertébraux et des facettes articulaires. Par ailleurs, la diminution de la lordose cervicale est reconnue comme l'un des facteurs majeurs prédisposant à la douleur dans la région du cou ⁴³.

Chez les jeunes, Roth-Isigkeit et al. (2005) ont observé que parmi les différents types de douleurs ressenties, les maux de tête sont fréquents. Plusieurs études associent les maux de tête d'origine cervicale (cervicogenic headache) aux anomalies posturales de la région cervicale, dont la translation antérieure de la tête ^{42, 47, 48, 49}. D'après ces mêmes études la fréquence des maux de tête serait plus élevée chez les sujets qui ont une translation antérieure de la tête plus importante. De plus, ces personnes présentent

souvent des points de pression musculaires au niveau des muscles sous-occipitaux ^{46, 48,}
⁴⁹. Ces sujets auront tendance à avancer encore plus la tête afin de soulager l'inconfort
 de ces points de pression aggravant, ainsi, encore plus leur problème postural ⁵⁰.

Les symptômes douloureux, liés à l'antériorité de la tête, peuvent être soulagés
 par des exercices spécifiques à la région du cou visant à restaurer la longueur optimale
 des muscles ^{51, 52, 53}. Dans le contexte de notre étude, il semblerait justifier de trouver un
 moyen d'intégrer de tels exercices au quotidien des jeunes d'âge scolaire afin de
 prévenir l'apparition de symptômes douloureux dus à la translation antérieure de la tête.

Quoi qu'il en soit, Ehrmann et al. (2002) soutiennent que les anomalies musculo-
 squelettiques sont courantes chez les adolescents et que des douleurs à l'adolescence
 peuvent prédisposer à des douleurs à l'âge adulte. Ces auteurs ont trouvé que les jeunes
 se plaignaient davantage de douleurs au cou au cours de l'année scolaire en comparaison
 à la période estivale liée aux vacances. Ces résultats nous amènent à considérer que
 l'environnement de l'école présente des facteurs de risque pouvant mener à des douleurs
 de la région cervicale. D'ailleurs, la position assise en classe est souvent un facteur
 associé aux maux de dos et du cou ^{13, 16, 32} et principalement si cette position implique
 une flexion du tronc vers l'avant ⁴⁷. Gardon et al. (2004) rapportent qu'en moyenne, un
 enfant passe 97% du temps d'un cours assis de façon relativement statique et que le tiers
 de ce temps il adopte une posture avec le tronc fléchi à plus de 45°. Ceci est inquiétant
 car selon Christie et al. (1995), le positionnement de la tête en translation antérieure

durant des périodes prolongées et fréquentes est lié au développement de l'antériorité de la tête en tant qu'adaptation posturale.

À mon avis, la nouvelle réforme scolaire au Québec amènera l'élève à travailler plus souvent à l'ordinateur ou penché sur un bureau. En effet, sous l'approche de la pédagogie par projet, l'enseignement magistral où les élèves écoutent le professeur risque de moins en moins d'être présent au profit de l'apprentissage autonome. Ce changement prédispose davantage les élèves à adopter une posture avec un port de la tête vers l'avant. Nous croyons que ces hypothèses, très spéculatives, mériteraient d'être étudiées alors que l'ordinateur occupe déjà une place importante dans la vie de tous les jours.

Niemi et al. (1996) ont analysé les activités de loisirs des adolescents associées à la douleur au cou et aux épaules pour arriver au constat que les activités à caractère statique comme l'utilisation de l'ordinateur semblent être associées plus souvent à de la douleur. D'un autre côté, les activités dynamiques comme les sports de raquettes, le basket-ball et le volley-ball semblent avoir un caractère protecteur en ce qui concerne la région de l'épaule et du cou. Ainsi, nous croyons qu'un juste équilibre entre les classes théoriques et les cours d'éducation physique serait justifié dans la prévention de certaines douleurs musculo-squelettiques.

L'épaule

Tous les groupes de notre étude ont les épaules en position antérieure en comparaison avec la posture idéale de référence. Selon la littérature scientifique, il existe un lien entre cette position antérieure des épaules et l'antériorité de la tête observé chez nos sujets. En effet, Donatelli (1997) affirme que l'antériorité de la tête, en augmentant la cyphose thoracique, entraîne une abduction des scapulas et ainsi un déplacement des épaules vers l'avant. Selon le même auteur, cette position crée un déséquilibre musculaire par l'allongement des rhomboïdes et du trapèze inférieur associé à un raccourcissement du dentelé antérieur. On retrouvera également avec cette position un raccourcissement de plusieurs autres muscles dont le grand dorsal, le grand rond, le sous-scapulaire, le grand pectoral et le petit pectoral. Ces déséquilibres musculaires vont entraîner une rotation interne de l'humérus et de l'articulation de l'épaule ⁴⁶. Selon Ludewig et Cook (2002), un déplacement de la tête humérale diminue l'espace sous acromial et favorise le développement du syndrome d'accrochage de l'épaule. Ceux-ci affirment d'ailleurs que les individus souffrant de dysfonctions à l'épaule présentent très souvent des déséquilibres musculaires.

Il ne serait pas étonnant que les jeunes de notre étude soient enclins à développer des problèmes à l'épaule. En effet, nous constatons que tous les groupes présentent un petit pectoral trop court (donc peu extensible). Or, d'après Borstad (2006) ce raccourcissement du petit pectoral est le déséquilibre le plus commun dans les dysfonctions de l'épaule. Un autre élément relie les enfants de notre étude aux

dysfonctions de l'épaule. En effet, Donatelli (1997) et Greenfield et al (1995) ont observé que des individus souffrant de douleurs à l'épaule présentent une antériorité de la tête plus importante que des individus sans symptômes. Les résultats de la section précédente concernant les variables de la tête nous démontrent bien que les jeunes de notre étude présentent tous une telle position.

Selon Bortsad (2006), l'anomalie posturale ne cause pas instantanément de la douleur, mais cette dernière apparaîtra suite à la répétition de mouvements qui seront effectués à l'articulation de l'épaule désalignée. Selon lui, les déviations posturales, et les adaptations musculaires subséquentes, vont altérer la biomécanique optimale de l'épaule qui ne pourra plus faire les mouvements de la même façon. Avec le temps, la répétition de ces mouvements, anormaux au point de vue biomécanique, va créer de la douleur. Sous cet angle, il se peut que les enfants de notre étude présentent une anomalie posturale à l'épaule sans ressentir présentement de douleur. Par contre, il est à prévoir que des douleurs puissent apparaître éventuellement avec le temps.

Le thorax

L'angle entre l'épaule et le bassin indique la position des épaules par rapport au bassin. Cela permet d'observer l'inclinaison antérieure ($+R_x^t$) ou postérieure ($-R_x^t$) du thorax s'il y a lieu. Par ailleurs, les résultats de notre étude nous montrent que la majorité des groupes d'étudiants ont le bassin en position antérieure par rapport aux épaules. Ceci implique que le thorax est incliné vers l'arrière. Ce déplacement antérieur

du bassin associé à l'extension thoracique suggère que ces groupes d'étudiants présentent une lordose lombaire accentuée. En ajoutant cette déviation posturale à l'antériorité de la tête et des épaules déjà observées, il est facile de comprendre que nos sujets afficheront une cyphose thoracique plus prononcée (Figure 25). D'ailleurs, ceci rejoint les conclusions de Keller et al (2005) et Mellin et Poussa (1992) qui affirment que la translation de la tête est une condition qui prédispose au développement de la cyphose thoracique. Également, Legaye et al. (2005), Mac-Thiong et al. (2004 et 2005) rapportent que l'accentuation de la lordose lombaire et de la cyphose thoracique sont des attitudes posturales adoptées afin d'abaisser le centre de gravité du corps. Ainsi, ces positions permettent de diminuer le déséquilibre vers l'avant causé par l'avancement de la tête et des épaules.

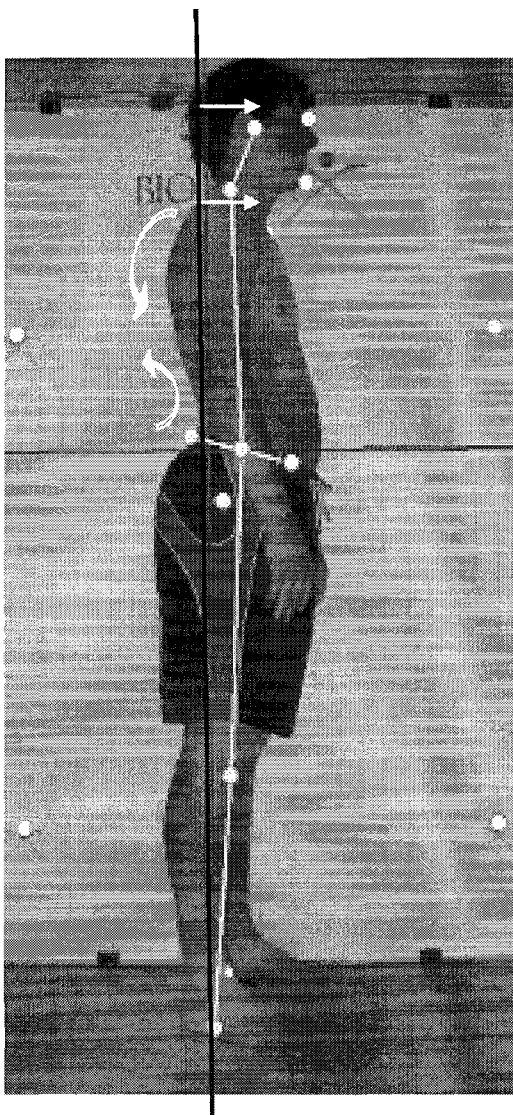


Figure 25. Posture présentant un déplacement antérieur typique à l'intérieur de cette étude.

Ces positions vont entraîner différents inconvénients. D'abord, la translation antérieure du thorax cause une surcharge et un stress important au niveau des disques intervertébraux de la région thoracique et lombaire ^{7, 29}. Selon Harrison (2005) cette

translation antérieure du thorax contribue à la détérioration précoce des vertèbres L5 et S1.

Au niveau des courbes associées au thorax, la cyphose thoracique augmentée est reconnue pour altérer la structure et le bon fonctionnement de la colonne vertébrale ²⁹. Celle-ci est un paramètre postural fortement corrélé aux maux de dos ⁵⁵. En ce qui concerne la région lombaire, Keller et al. (2005) affirment que la lordose augmente proportionnellement avec la cyphose thoracique. Selon eux, les modifications des courbes de la région lombaire sont également associées aux maux de dos.

La relation entre ces anomalies posturales et les maux de dos nous paraît inquiétante. En effet, selon les recherches de Khamis et Yizhar (2006), Cardon et al. (2004), Diepenmaat et al. (2006), Roth-Isigkeit et al. (2005), Murphy et al. (2004), Balague (1999) et Kustar (2004) les maux de dos sont de plus en plus communs chez les enfants en croissance. Ainsi, à l'intérieur de notre étude, il apparaît que les groupes arrivent à l'âge adulte en présentant des facteurs de risque en ce qui concerne le développement de maux de dos. Seuls les groupes de secondaire 1 présentent un meilleur alignement entre les épaules et le bassin. Ceux-ci sont significativement différents des autres groupes d'âge. Cette observation rejoint les résultats de Cil et al. (2005) à l'effet que les enfants âgés de 10 à 13 ans présentent un meilleur alignement du tronc et ont une cyphose thoracique moins prononcée que les autres groupes d'âges. Toutefois, malgré un meilleur alignement du tronc, les groupes de secondaire 1 de notre

étude présentent une translation antérieure du thorax. La colonne vertébrale de ces groupes subit donc, néanmoins, une tension qui pourrait être évité par une posture adéquate.

Une recherche de Sjolie et Ljunggren (2001) supportent l'hypothèse qu'un manque de force musculaire et de stabilité sont des facteurs des maux de dos actuels où à venir chez les adolescents. Il est évident, dans notre étude, que les déplacements observés au niveau du thorax ont des répercussions sur l'équilibre musculaire. D'ailleurs, selon Kim et al. (2006), un déséquilibre des muscles du tronc est lié aux courbes anormales de la colonne vertébrale. Merati et al (2004), de leur côté, estiment que la force des muscles du tronc joue un rôle dans l'apparition des maux de dos chez l'enfant. Dans notre étude, il est logique que l'inclinaison vers l'arrière du thorax a entre autre pour effet d'allonger les muscles abdominaux. Il est probable qu'un renforcement de ces muscles favoriserait le redressement du thorax.

L'augmentation de la cyphose thoracique suggère un déséquilibre entre les muscles de la région scapulaire antérieure et postérieure. Nos résultats montrent d'ailleurs que le petit pectoral est court et peu extensible chez la majorité des groupes. Il est probable que ces groupes présentent également des trapèzes hyperextensibles. Un renforcement des abdominaux et des trapèzes aurait certainement un effet bénéfique sur la position du thorax.

Selon la littérature scientifique, il apparaît que la pratique d'activité physique régulière est essentielle au développement et au maintien des courbes normales de la colonne vertébrale. Vuori (2001) et Wojts et al. (2000) affirment que les individus sédentaires présentent des courbes anormales de leur colonne vertébrale en comparaison à des individus physiquement actifs. Selon eux, un manque d'activité physique altère le développement postural et augmente les risques de maux de dos. Marina et al. (2004) précisent que la pratique d'activité physique, également bénéfique pour le bon développement des courbes de la colonne vertébrale, est principalement importante en période de croissance. Encore chez les jeunes, Kuster (2004) et Salminen et al. (1993) rapportent qu'une participation à des activités physiques améliore la mobilité de la colonne vertébrale et la force des muscles du tronc. Selon eux, ceci contribuerait à diminuer les risques de maux de dos. Enfin, Linton et Van Tulder (2001) arrivent à la conclusion que seul l'exercice physique apporte suffisamment de données probantes pour être reconnue comme une stratégie effective dans la prévention des maux de dos.

Le bassin

Nos résultats démontrent que tous les groupes de cette étude présentent une inclinaison antérieure du bassin. Cette inclinaison est significativement plus importante chez le groupe de première année. Par la suite, on remarque que le bassin se redresse de quelques degrés au fur et à mesure qu'ils vieillissent. Ce changement d'inclinaison avec l'âge n'est pas surprenant. En effet, Szpalski et al. (2002), soulignent qu'une inclinaison antérieure du bassin avant la puberté fait partie d'un développement normal. Toutefois,

il y a lieu de se questionner sur la persistance de cette inclinaison chez les groupes de secondaire 4-5 de notre étude car ceux-ci ont passé la période de puberté.

En fait, il apparaît que la présence de cette anomalie posturale est fréquente. Chaitow et Delany (2002), affirment que parmi les anomalies posturales causées par un déséquilibre musculaire, l'antéversion du bassin est l'anomalie la plus commune. Le déséquilibre musculaire causant cette inclinaison provient la plupart du temps d'abdominaux et/ou d'ischio-jambiers faibles et des muscles fléchisseurs de la hanche trop fort ^{5, 11, 30}. Ceci supporte l'hypothèse que nous avons déjà émise dans la section du thorax où nous y suggérons que les abdominaux sont hyperextensibles car ceux-ci sont constamment étirés par l'inclinaison arrière du thorax qui entraîne, entre autre, une lordose lombaire. La relation entre le bassin et la colonne vertébrale lombaire est d'ailleurs bien documentée dans la littérature. Selon celle-ci l'inclinaison antérieure du bassin augmente directement la lordose lombaire ^{5, 11, 30, 70, 71}. Boulay et al. (2006) affirment de plus que les contraintes biomécaniques associées à une lordose lombaire prononcée peuvent déformer le sacrum et ce, jusqu'à la fin de la maturation osseuse, soit 20 ans.

De plus l'hyperextensibilité des abdominaux entraînera un raccourcissement des muscles spinaux selon Kendall et al. (1995). Ces auteurs soutiennent que les symptômes douloureux liés à la lordose seront moins importants chez les individus présentant des muscles spinaux suffisamment extensibles. Le rapport entre l'extensibilité des muscles

abdominaux et des muscles spinaux devrait être approfondi afin de connaître leur rôle dans les anomalies posturales chez les jeunes en croissance.

L'extensibilité des ischio-jambiers joue également un rôle dans l'inclinaison du bassin. Lorsqu'ils sont hyperextensibles, ils contribuent à l'inclinaison antérieure du bassin. L'extensibilité de ces muscles a été mesurée dans notre étude et nos résultats nous montrent que les groupes de première année sont hyperextensibles. Ces résultats concordent avec l'inclinaison antérieure plus importante du bassin retrouvée chez ce groupe d'âge. Il est d'ailleurs connu que la plus grande flexibilité des enfants peut faire en sorte que ceux-ci présentent des postures qui sont considérées anormales chez l'adulte ³⁰. L'inclinaison antérieure du bassin est probablement un bon exemple de ce constat.

À l'inverse, les groupes de secondaire 4-5, montrent une hypoextensibilité au niveau des ischio-jambiers et ce chez les deux sexes. Cette dernière observation nous amène à penser que ces groupes risquent de développer des maux de dos. En effet, Khamis et Yizhar (2006) et Balague et al. (1999) ont démontré que les individus avec des ischio-jambiers forts et peu extensibles développaient davantage de maux de dos. La diminution de l'extensibilité de ce groupe musculaire avec l'âge chez les sujets de notre étude laisse croire que ceux-ci seront enclins à développer ce genre de problème. Une recherche de Boulay et al. (2006), consolide ce dernier constat en relation avec une autre anomalie présente chez ces groupes. Ceux-ci ont, en effet, trouvé une association entre

des symptômes douloureux dans la région lombaire et le fait de présenter une translation antérieure de la tête.

En somme, on s'aperçoit que l'équilibre musculaire est important en ce qui concerne la position du bassin. L'exemple des ischio-jambiers est concret. Lorsqu'ils sont trop forts ou trop faibles, ceux-ci influencent la position du bassin et favorisent le développement des maux de dos. Selon Khamis et Yizhar (2006), le rétablissement de l'équilibre musculaire a un impact positif au niveau lombaire. Ils affirment que la modification de la lordose lombaire par un programme d'exercices spécifiques diminue l'incidence des maux de dos. Cette affirmation place à nouveau l'exercice physique au centre des solutions face à certaines anomalies posturales.

Les genoux

Au niveau des genoux, deux variables ont été observées. La première variable, l'angle entre l'articulation calcanéo-cuboidienne et le genou (L_genou-pied_ang), indique la position du genou par rapport à la verticale. La deuxième variable, l'angle entre le bassin et le genou (L_hanche-genou_ang) indique la position du bassin par rapport au genou et ce, toujours selon la verticale. De façon logique, l'observation combinée de ces deux variables nous permet de savoir si le genou est en flexion ou en hyperextension. De fait, si le genou est à l'avant du bassin et de l'articulation du pied, celui-ci est obligatoirement fléchi et lorsqu'il se situe en arrière de ces deux repères, il est en hyperextension.

En ce qui concerne la première variable, nous observons que tous les groupes ont le genou en position antérieure par rapport au pied et ce indépendamment du sexe. Quant à la position du bassin par rapport aux genoux, celle-ci montre une différence significative entre chacun des sexes. En effet, on remarque que les groupes masculins ont tous le bassin en position postérieure par rapport au genou signifiant ainsi une flexion du genou dans le plan sagittal. Du côté féminin, nous observons que le bassin est mieux aligné sur l'articulation du genou, ou sinon positionné légèrement à l'avant de celle-ci. Ceci nous indique que les groupes féminins ont peu de flexion au niveau du genou.

Le genou en flexion (*genu flexum*), selon Kendall et al. (1995), est une attitude posturale qui peut être adoptée chez des sujets qui ont une hyperlordose lombaire. Celle-ci permet le relâchement des fléchisseurs de la hanche qui sont, sinon, constamment sous tension. Il est également logique de croire que cette position soit adoptée en réaction au déséquilibre provoqué par la translation antérieure de la tête et des épaules déjà observée. En effet, il est évident que la flexion des genoux, en abaissant le centre de gravité, permet de conserver un meilleur équilibre. Quoi qu'il en soit, Harreby et al. (1996) soulignent que la flexion des genoux implique nécessairement une tension musculaire des quadriceps qui, avec le temps, vont devenir moins extensibles.

Plan frontal antérieur

Épaules

Pour ce qui est des épaules dans le plan frontal antérieur, le groupe des filles de secondaire 4-5 est celui qui présente la plus grande différence. Ce groupe se démarque significativement des groupes de première et de quatrième année. Les causes de cette plus grande inégalité des épaules chez ce groupe ne sont pas claires. L'inégalité des membres inférieurs est souvent mise en cause lorsqu'une épaule est plus élevée que l'autre. Toutefois, l'observation du bassin et des genoux pour ce groupe montre que ceux-ci sont relativement droits dans le plan frontal antérieur, éliminant cette hypothèse. Parmi les autres situations pouvant entraîner une inégalité des épaules, on peut penser à un déplacement anormal de l'une des scapulas ou encore à la présence d'une scoliose. Dans les deux cas, ces hypothèses demanderaient à être vérifiées.

En ce qui concerne les autres groupes de l'étude, de légères fluctuations sont observées au niveau de la hauteur des épaules. Selon Donnateli (1997), il est normal de retrouver un faible degré d'asymétrie des épaules. Cet auteur affirme que l'utilisation plus fréquente du bras dominant entraînera une extensibilité plus grande de la capsule articulaire et des ligaments et fera en sorte que l'épaule de ce côté sera plus basse que l'autre. Toutefois, dans le cadre de notre étude, nous ne croyons pas que cette explication puisse s'appliquer. En effet, notre marqueur pour l'épaule est situé sur l'acromion et donc au-dessus de la cavité gléno-humérale. Celui-ci ne devrait pas être affecté par la plus grande extensibilité de l'articulation. D'ailleurs, selon l'explication de

Donatelli, on devrait plutôt observer une différence entre la hauteur du bout des doigts et non entre les épaules. Il est probable qu'une rotation vers le bas de l'une des scapulas puisse causer ce déséquilibre des épaules dans le plan frontal, mais cette variable demanderait à être vérifiée.

Bassin et genoux

L'observation du bassin et des genoux, dans le plan frontal antérieur, démontre des déviations mineures et aucune différence importante entre les groupes où entre les sexes.

Pieds

Nous observons que les garçons ont une rotation externe des pieds plus importante que les filles. Ce résultat correspond aux propos de Kendall et al. (1995) qui mentionnent également cette différence entre les sexes. Nous remarquons aussi que cette rotation externe des pieds chez les garçons est plus importante chez les groupes du secondaire. Ainsi, pour les groupes présentant cette anomalie, le simple fait de marcher requiert un ajustement. En effet, selon Trimble et al. (2002) les individus présentant un pied en rotation externe doivent maintenir leur tibia en rotation interne pour marcher en ligne droite vers l'avant. Ces auteurs affirment que cette situation crée plus de forces rotatoires dans les ligaments du genou et une tension excessive sur le ligament croisé antérieur. Cette habitude posturale peut se corriger par des exercices posturaux selon Kendall et al. (1995). Toutefois, ceux-ci mentionnent que cette correction est plus facile à réaliser avant d'atteindre l'âge adulte. Ainsi, la présence importante de cette anomalie

chez les garçons nous amène à considérer qu'il serait justifié de mettre en place un moyen de dépister rapidement cette habitude posturale. On peut imaginer qu'une telle opération pourrait se faire facilement à l'école, par exemple lors d'un cours d'éducation physique et à la santé.

Plan frontal postérieur

Épaules

Aucune différence significative n'est observée au niveau de l'égalité des épaules dans le plan frontal postérieur. Pourtant, pour ce même paramètre dans le plan frontal antérieur, nous avons observé que le groupe des filles de secondaire 4-5 était significativement différent des autres groupes féminins. De fait, dans le cadre de notre étude, il n'est pas si étonnant de retrouver une situation différente en ce qui concerne l'analyse statistique entre les plans frontal antérieur et frontal postérieur pour l'égalité des épaules. En effet, la digitalisation de la position des marqueurs des épaules a quelques fois dû être estimée car ceux-ci n'étaient pas toujours visibles. Il semble que l'arrondissement du dos chez les sujets présentant une cyphose prononcée ne permet pas de voir complètement les marqueurs. Cette situation explique sans doute pourquoi les différences statistiques ne concordent pas pour ce paramètre chez les filles de secondaire 4-5. Par conséquent, l'égalité des épaules devrait être considérée selon le plan frontal antérieur puisque les marqueurs sont toujours visibles dans ce plan.

Bassin

Parmi tous les groupes de cette étude, ce sont les filles de secondaire 4-5 qui présentent la plus grande inclinaison latérale du bassin dans le plan frontal postérieur. Ce déplacement est significativement plus important chez ce groupe en comparaison aux autres groupes féminins. Cette différence significative n'est pas retrouvée dans le plan frontal antérieur pour ce groupe. Il est probable que cette différence soit due à un mauvais placement des marqueurs. En effet, les épines iliaques postéro-supérieures sont quelquefois difficiles à trouver et ce principalement si le sujet présente un surplus de poids. Le fait que cette différence entre l'inclinaison du bassin dans les plans frontal antérieur et postérieur ne concerne que le groupe des filles du secondaire 4-5 renforce cette hypothèse. En effet, ce groupe est probablement celui qui présente le plus grand pourcentage de tissus adipeux. Ainsi, comme pour l'égalité des épaules, on devrait davantage tenir compte des marqueurs du plan frontal antérieur en ce qui concerne l'inclinaison du bassin dans le plan frontal.

Vertèbres

Dans le plan frontal, les vertèbres devraient être alignées verticalement. De plus, dans un alignement équilibré, les vertèbres devraient coïncider avec une verticale qui passe au milieu des deux mortaises. Nous avons mesuré la position de la 7^e vertèbre cervicale (C7) et de la 5^e vertèbre thoracique (T5) afin d'observer cet alignement. Nos résultats montrent que ces deux variables ne sont pas alignées avec la ligne de référence et ce chez tous les groupes.

D'un côté, nos résultats suggèrent que de façon générale, les jeunes de notre étude présentent une translation du thorax dans le plan frontal. En effet, on observe, dans ce plan, que le bassin et les épaules sont relativement horizontaux chez nos groupes suggérant ainsi que le thorax est droit. Or, si la colonne vertébrale n'est pas centrée mais que le thorax est droit, il est probable que celui-ci soit déplacé en translation ($\pm T_x$). D'un autre côté, ces déviations au niveau de l'alignement des vertèbres pourraient aussi correspondre à des états scoliotiques ou être un facteur de risque dans le développement d'une scoliose. Cependant, nos résultats ne montrent pas de déséquilibres des épaules et du bassin qui sont normalement associés avec la scoliose. Néanmoins, cet élément est à considérer car selon une étude de Nissinen et al. (1993), les causes exactes menant à l'apparition d'une scoliose ne sont pas encore bien comprises, mais l'attitude posturale en cours de croissance est un facteur de risque important.

Le déséquilibre mécanique causé par la scoliose résulte en une surcharge asymétrique sur la colonne vertébrale, constituant un cercle vicieux qui s'aggrave avec le temps ^{74,75}. Selon Weiss et al (2006), le moment le plus critique, en ce qui concerne la scoliose, est la puberté. Ces auteurs affirment que c'est durant cette période que la déviation des courbes de la colonne vertébrale montre une augmentation élevée. De plus, selon Lupporelli et al. (2002), la scoliose chez l'enfant cause une tension persistante à des endroits cruciaux des segments articulaires de la colonne vertébrale. Ceci fait en sorte que cette posture s'aggrave encore plus au fil du temps.

Troyanovich et al. (1998) nous amènent à considérer l'importance d'agir précocement en ce qui concerne la scoliose. Selon eux, l'usure subite au niveau des vertèbres suite à cette anomalie peut être rétabli, à la condition que les courbes normales de la colonne vertébrale soient rétablies avant que la période de croissance ne soit terminée. Le type de thérapie et les moyens à utiliser afin de réduire les symptômes liés à la scoliose ont toujours été controversés au fil des époques et encore aujourd'hui, aucun consensus n'est établi dans la communauté scientifique ⁷⁴. Par contre, selon Weiss et al (2006) et Hawes (2003) une approche basée sur des exercices correctifs peut permettre de renverser les signes et symptômes de cette déformation et de prévenir la progression de la scoliose chez l'adulte comme chez l'enfant.

Pieds

L'observation postérieure des pieds nous montre que tous les groupes de cette étude présentent une pronation au niveau des deux pieds. Lorsque le pied est en pronation, l'articulation sub-talaire, joignant le pied et le talon, est désalignée. Selon Kamis et Yizhar (2006) ceci modifie l'alignement corporel. Ces auteurs affirment que la pronation du pied influence l'inclinaison antéro-postérieure du bassin en augmentant l'inclinaison antérieure de 20 à 30 %. Ces résultats vont dans le même sens que notre étude alors que tous nos sujets ont également, une inclinaison antérieure du bassin. Une autre conséquence de la pronation du pied est l'augmentation des tensions aux articulations du pied et du genou. Trimble et al (2002), soutiennent que cette position du

pied est le défaut postural qui est le plus corrélé aux blessures du ligament croisé antérieur.

CHAPITRE VI

CONCLUSION

Dans cette étude, nous avons mesuré la posture de plusieurs groupes d'âge scolaire afin de pouvoir observer les caractéristiques posturales des enfants et des adolescents. Devant la diminution communément admise du niveau d'activité physique de ces groupes d'âge et devant l'augmentation très documentée des maux de dos chez les jeunes, la vérification de l'état postural actuel des jeunes semble justifier afin de prévenir différents problèmes musculo-squelettiques. Les résultats de cette étude nous permettent de constater que les anomalies posturales sont nombreuses chez les jeunes et que la posture change grandement avec l'âge. La plus grande déviation est l'antériorité de la tête qui progresse au fur et à mesure que l'âge avance. En lien avec la littérature, notre analyse de la situation posturale des jeunes nous amène à croire que ceux-ci seront à risque de présenter différents troubles musculo-squelettiques plus tard. L'une des difficultés avec les anomalies posturales chez les jeunes semble être le fait que la douleur n'est pas encore présente malgré des anomalies importantes ce qui fait en sorte qu'on ne s'en soucie pas dans l'immédiat. Pourtant, les coûts sur le système de santé sont faramineux pour des problèmes qui pourraient être évités s'ils sont prévenus tôt. L'activité physique semble être l'un des moyens de prévention les plus importants pour contrer les différents problèmes liés aux troubles posturaux, en plus de l'adoption de saines habitudes posturales bien évidemment. Ainsi, l'éducateur physique via les cours d'éducation physique semble occuper un rôle de premier plan pour intervenir de façon

préventive pour favoriser la santé posturale lors des années scolaires.

RÉFÉRENCES

- 1) Malina R, Bouchard C et Bar-Or O. (2004). *Growth, maturation and physical activity* (2^e édition), Human Kinetics.
- 2) Marshall SJ, Gorely T, Biddle SJ. (2006). A descriptive epidemiology of screen-based media use in youth : a review and critique. *Journal of Adolescence* 29, 333-349.
- 3) Institut Canadien de la recherche sur la condition physique et le mode de vie (1997). Sondage indicateur de l'activité physique en 1995, Ottawa.
- 4) Stephens T et Craig CL. (1990). Le mieux être des canadiens et canadiennes : faits saillants de l'enquête de Campbell de 1988, Ottawa, Institut canadien de la recherche sur la condition physique et le mode de vie, 123p.
- 5) Chaitow L et DeLany J. (2002). Clinical application of neuromuscular techniques. Volume II the lower body. *Churchill Livingstone*, 598 p.
- 6) Harreby M, Kjer J, Hesselsoe G et Neergaard K. (1996). Epidemiological aspects and risk factors for low back pain in 38 years old men and women: A 25 years prospective cohort study of 640 school children. *European Spine Journal*, 5, 312-318.
- 7) Tuzun C, Yorulmaz I, Cindas A et Vatan S. (1999). Low back pain and posture. *Clinical Rheumatology*. 18(4), 308-12.
- 8) Evcik D et Yucel A. (2003). Lumbar lordosis in acute and chronic low back pain patients. *Rheumatology International*, 23(4), 163-165.

- 9) Mackenzie WG, Jayanth SS, Richard W et Kruse G. (2003). Backpacks in Children. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 409, 78-84.
- 10) Prista A, Balague F, Nordin M et Skovron ML. (2004). Low back pain in Mozambican adolescents. *European Spine Journal*, 13(4), 341-5.
- 11) Khamis S et Yizhar Z. (2006). Effect of feet hyperpronation on pelvic alignment in a standing position. *Gait and Posture* (sous-presses)
- 12) L'institut de la statistique du Québec. (1998). *Enquête sociale et de santé de 1998*.
- 13) Cardon G, De Clercq D, De Bourdeaudhuij I, Breithecker D. (2004). Sitting habits in elementary schoolchildren: a traditional versus a "Moving school". *Patient Education and counselling*, 54(2), 133-142.
- 14) Diepenmaat A, Van der Wal MF, de Vet HC, Hirasings R. (2006). Neck/shoulder, low back, and arm pain in relation to computer use, physical activity, stress, and depression among Dutch adolescents. *Pediatrics*. 117(2), 412-6.
- 15) Roth-Isigkeit A, Thyen U, Stoven H, Schwarzenberger J et Schmucker P. (2005). Pain among children and adolescents: restrictions in daily living and triggering factors. *Pediatrics* 115(2), 152-62.
- 16) Murphy S, Buckle P et Stubbs D. (2004). Classroom posture and self-reported back and neck pain in schoolchildren. *Applied Ergonomics*, 35(2), 113-120.
- 17) Balague F, Troussier B et Salminen JJ. (1999). Non-specific low back pain in children and adolescents: risk factors. *European Spine Journal*, 8(6), 429-438.

- 18) Kuster M. (2004). Effects of sports and media consumption on the trunk muscle strenght, posture and flexibility of the spine in 12-to-14 year old adolescents. *Sportverletz Sportshaden*, 18(2), 90-96.
- 19) Harreby M, Kjer J, Hesselsoe G et Neergaard K. (1997). Are Low back pain and radiological changes during puberty risk factors for low back pain in adult age? A 25 years prospective cohort study of 640 school children. *European Ugeskr Laeger*, 159, 171-174.
- 20) Taimela S, Kujala UM, Salminen JJ et Viljanen T. (1997). The prevalence of low back pain among children and adolescents: A nationwide, cohort-based questionnaire survey in Finland. *Spine*, 22, 1132-1136.
- 21) Fialka-Moser V, Uher EM et Lack W. (1994). Postural disorders in children and adolescents. *Wien Med Wochenschr*, 144, 577-592.
- 22) Szpalski M, Gunzburg R, Balague F, Nordin M et Melot C. (2002). A 2-year prospective longitudinal study on low back pain in primary school children. *European Spine Journal*, 11(5), 459-64.
- 23) Willner S. (1984). Development of trunk asymetries and structural scoliolis in prépubertal school children in Malmo : follow-up study of children 10-14 years of age. *Journal of Pediatrics Orthopedics*, 4, 452-55.

- 24) Nissinen M, Heliövaara M et Seitsamo J. (1993). Trunk asymmetry, posture, growth and risk of scoliosis: A three-year follow-up study of Finnish prepubertal school children. *Spine*, 18, 8-13.
- 25) Ihme N, Gossen D, Olszynska B, Lorani A et Kochs A. (2002). Can an insufficient posture of children and adolescents be verified instrumentally? *Zeitschrift für Orthopadie*, 140(4), 415-418.
- 26) Kumar S. (2001). Theories of musculoskeletal injury causation. *Ergonomics*, 44(1), 17-47.
- 27) Harrison DE, Harrison DD, Troyanovich, SJ et Harmon S. (2000). A normal spine position: it's time to accept the evidence. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 23(9), 623-644.
- 28) Grimmer K, Dansie B, Milanese S, Pirunsan U et Trott P. (2002). Adolescent standing postural response to backpack loads: a randomised controlled experimental study. *Musculoskeletal Disorders*, 3(1), 10.
- 29) Keller TS, Colloca CJ, Harrison DE, Harrison DD, Janik TJ. (2005). Influence of spine morphology on intervertebral disc loads and stresses in asymptomatic adults: implications for the ideal spine. *The Spine Journal*, 5(3), 297-309.
- 30) Kendall, FP., McCreary, EK et Provance, PG. (1995). *Les muscles; Bilan et études fonctionnels; Anomalies et douleurs posturales*. 4^e Édition. Paris : Éditions Pradel.
- 31) Derriennic F et Monfort C. (1997). Mal de dos: quelles réalités ? *La Santé de l'Homme*, 331: 4-6.

- 32) Black MK, McClure P et Polansky M. (1996). The influence of different sitting position on cervical and lumbar posture. *Spine*, 21(1), 65-70.
- 33) Seichert N. (2000). Active dynamic sitting at school. Amberger H, editor. *Bewegte Schule, Schulkinder in Bewegung*. Schorndorf: Verlag K. Hofman; p. 91-6.
- 34) Wilke H, Neef P, Hinz B, Seidel H, Claes L. (2001). Intradiscal pressure together with anthropometric data – a data set for the validation of models. *Clinical Biomechanics*, 16(1), S111-S216.
- 35) Pynt J, Higgs J et Mackey M. (2002). Historical perspective milestones in the evolution of lumbar spinal postural health in seating. *Spine*, 27(19), 2180-2189.
- 36) Mackinnon SE et Novak CB. (1994). Pathogenesis of cumulative trauma disorder. *Journal of Hand Surgery*, 19(A), 873-883.
- 37) Norris CM. (1999). Functional load abdominal training: part 1. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 3, 150-158.
- 38) Linton SJ. (2002). Early identification and intervention in the prevention of musculoskeletal pain. *American Journal of Industrial Medicine*, 41, 433-412.
- 39) Harrison DE, Colloca CJ, Harrison DD, Janik TJ, Haas JW et Keller TS. (2005). Anterior thoracic posture increases thoracolumbar disc loading. *European Spine Journal*, 14(3), 234-42.
- 40) Troussier B, Marchou-Lopez S, Pironneau S, Alais E, Grison J, Prel G, Pequegnot C, Degaudemaris R et Phelip X. (1999). Back pain and spinal alignment abnormalities in schoolchildren. *Revue du Rhumatisme*, 66(7-9), 370-380.

- 41) Normand MC, Harrison DE, Cailliet R, Black P, Harrison DD et Holland B. (2002). Reliability and measurement error of the BioTonix video posture evaluation system--Part I: Inanimate objects. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 25(4), 246-50.
- 42) Fernández. C, Alonso-Blanco C, Cuadrado ML et Pareja. AJ. (2006). Forward head posture and neck mobility in chronic tension-type headache: a blinded, controlled study. *Cephalalgia*, 26 (3), 225-360.
- 43) Cailliet, R. (1981). Neck arm and pain. Philadelphia: F. A Davis.
- 44) Haughe L, Fiegert L et Roach K. (1995). Relationship of forward head posture and cervical backward bending to neck pain. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 3, 91-97.
- 45) Borstad JD. (2006). Resting position variables at the shoulder: evidence to support a posture-impairment association. *Journal of the American Physical Therapy Association*, 86(4), 549-557.
- 46) Donatelli, R. (1997). Physical therapy of the shoulder (3e edition) Philadelphia : Churchill Livingstone.
- 47) Harrison DE, Cailliet R, Betz J, Haas JW, Harrison DD, Janik TJ et Holland B. (2004). Conservative methods for reducing lateral translation postures of the head: A nonrandomized clinical control trial. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 41(4), 631-640.

- 48) Fernandez-de-las-Penas C, Alonso-Blanco C, Cuadrado ML, Gerwin RD et Pareja JA. (2006). Trigger points in the suboccipital muscles and forward head posture in tension-type headache. *Headache*, 46(3), 454-460.
- 49) Marcus DA, Scharff L, Mercer S et Turk DC. (1999). Musculoskeletal abnormalities in chronic headache: a controlled comparison of headache diagnostic groups. *Headache*, 39(1) 21-27.
- 50) Novak CB et Mackinnon SE. (1997). Repetitive use and static postures: a source of nerve compression and pain. *Journal of Hand Therapy*, 10(2), 151-159.
- 51) McDonnell MK, Sahrmann SA et Van Dillen L. (2005). A specific exercise program and modification of postural alignment for treatment of cervicogenic headache: a case report. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 35(1) 3-15.
- 52) Petersen SM. (2003). Articular and muscular impairments in cervicogenic headache: a case report. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 33(1), 21-30.
- 53) Cil A, Yazici M, Uzumcugil A, Kandemir U, Alanay A, Alanay Y, Acaroglu RE et Surat A. (2005). The evolution of sagittal segmental alignment of the spine during childhood. *Spine*, 30(1), 93-100.
- 54) Ehrmann FD, Shrier I, Rossignol M et Abenhaim L. (2002). Risk factors for the development of neck and upper limb pain in adolescents. *Spine*, 27(5), 523-528.
- 55) Christie HJ, Kumar S et Warren SA. (1995). Postural aberrations in low back pain. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76(3), 218-224.

- 56) Niemi S, Levoska S, Kemila J, Rekola K et Keinanen-Kiukaanniemi S. (1996). Neck and shoulder symptoms and leisure time activities in high school students. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 24(1), 25-29.
- 57) Ludewig PM et Cook TM. (2002). Translations of the humerus in persons with shoulder impingement symptoms. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 32(6), 248-259.
- 58) Greenfield B, Catlin PA, Coats PW, Green E, McDonald JJ et North C. (1995). Posture in patients with shoulder overuse injuries and healthy individuals. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 21(5), 287-195.
- 59) Mellin G et Poussa M (1992). Spinal mobility and posture in 8- to 16-year-old children. *Journal of Orthopaedic Research*, 10(2), 211-216.
- 60) Legaye J et Duval-Beaupere G. (2005). Sagittal plane alignment of the spine and gravity: a radiological and clinical evaluation. *Acta Orthopaedica Belgica*, 71(2), 213-220.
- 61) Mac-Thiong JM, Labelle H, Berthonnaud E, Betz RR et Roussouly P. (2005). Sagittal spinopelvic balance in normal children and adolescents. *European Spine Journal*, 1432-0932 (Online).
- 62) Mac-Thiong JM, Berthonnaud E, Dimar JR, Betz RR et Labelle H. (2004) Sagittal alignment of the spine and pelvis during growth. *Spine*, 29(15), 1642-1647.
- 63) Sjolie AN et Ljunggren AE. (2001). The significance of high lumbar mobility and low lumbar strength for current and future low back pain in adolescents. *Spine*, 26(23) 2629-36.

- 64) Kim HJ, Chung S, Kim S, Shin H, Lee J, Kim S, Song MY. (2006) Influence of trunk muscles on lumbar lordosis and sacral angle. *European Spine Journal*, 15(4), 409-414.
- 65) Merati G, Negrini S, Carabona R, Margonato V et Veicsteinas A. (2004). Trunk muscular strength in pre-pubertal children with and without back pain. *Pediatric Rehabilitation*, 7(2), 97-103.
- 66) Vuori IM. (2001). Dose-response of physical activity and low back pain, osteoarthritis and osteoporosis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, S551-S586
- 67) Wojtys EM, Ashton-Miller J, Huston L et Moga, PJ. (2000). The association between athletic training time and the sagittal curvature of the immature spine. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(4), 490-498.
- 68) Salminen JJ, Oksanen A, Maki P, Pentti J et Kujala UM. (1993). Leisure time physical activity in the young. Correlation with low-back pain, spinal mobility and trunk muscle strength in 15-year-old school children. *International Journal of Sports Medicine*, 14(7), 406-410.
- 69) Linton SJ et Van Tulder MW. (2001). Preventive interventions for back and neck pain problems: what is the evidence? *Spine*, 26(7), 778-787.
- 70) Berthonnaud E, Dimnet J, Roussouly P et Labelle H. (2005) Analysis of the sagittal balance of the spine and pelvis using shape and orientation parameters. *Journal of Spinal Disorders & Techniques*, 18(1), 40-47.

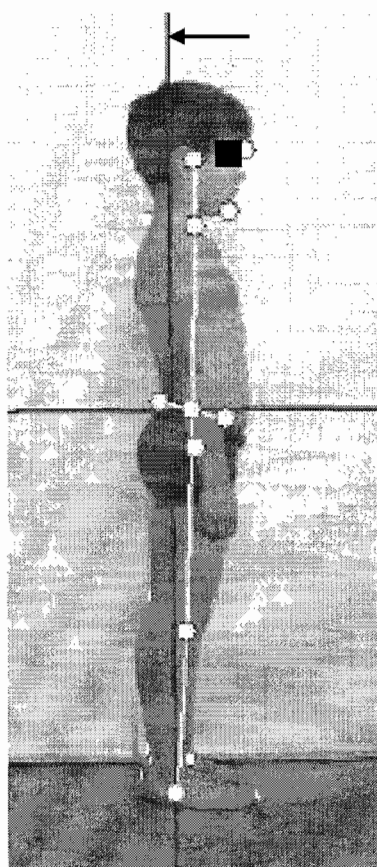
- 71) Day JW, Smidt GL et Lehmann T. (1984). Effect of pelvic tilt on standing posture. *Physical Therapy*, 64(4), 510-516.
- 72) Boulay C, Tardieu C, Hecquet J, Benaim C, Mouilleseaux B, Marty C, Prat-Pradal D, Legaye J, Duval-Beaupere G et Pelissier J. (2006). Sagittal alignment of spine and pelvis regulated by pelvic incidence: standard values and prediction of lordosis. *European Spine Journal*, 15(4), 415-422
- 73) Trimble MH, Bishop MD, Buckley BD, Fields LC et Rozea GD. (2002). The relationship between clinical measurements of lower extremity posture and tibial translation. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 17(4), 286-290.
- 74) Hawes MC. (2003). The use of exercise in the treatment of scoliosis;an evidence-based critical review of the litterature. *Pediatric Rehabilitation*, 6(3-4), 1717-182.
- 75) Weiss HR, Negrini S, Hawes MC, Rigo M, Kotwicki T, Grivos TB et Murayama T. (2006). Physical exercises in the treatment of idiopathic scoliosis at risk of brace treatment-SOSORT consensus paper 2005. *Scoliosis*, 1(6), 1-7.
- 76) Lupporelli S, Pola E, Pitta I, Mazza O, De Santis V et Ausila L. (2002). Biomechanical factors affecting progression of structural scoliotic curves of the spine. *Stud Health Technol Inform*, 91, 81-85.
- 77) Troyanovich SJ, Harrison DE et Harrison DD. (1998). Review of the Scientific Literature Relevant to Structural Rehabilitation of the Spine and Posture: Rationale for Treatment Beyond the Resolution of Symptoms. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 21(1), 37-50.

ANNEXE A

Illustration des lignes verticales de références

Plan sagittal

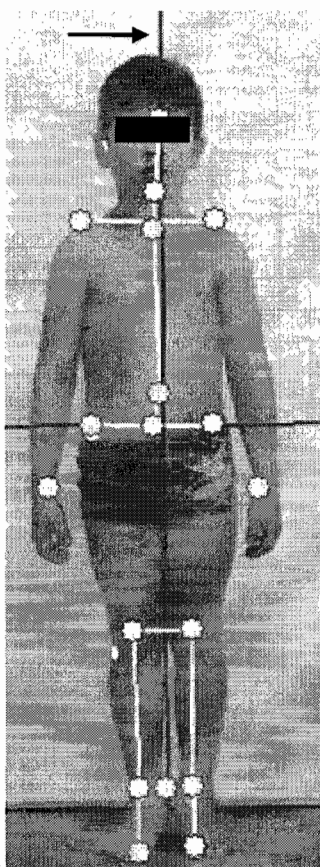
Ligne verticale passant par l'articulation calcanéo-cuboïdienne.



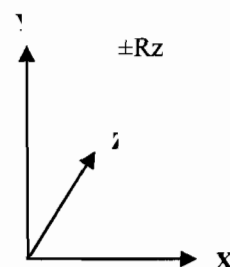
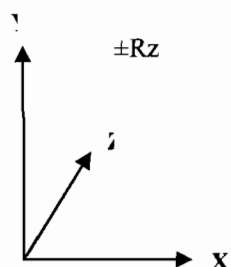
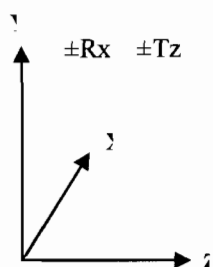
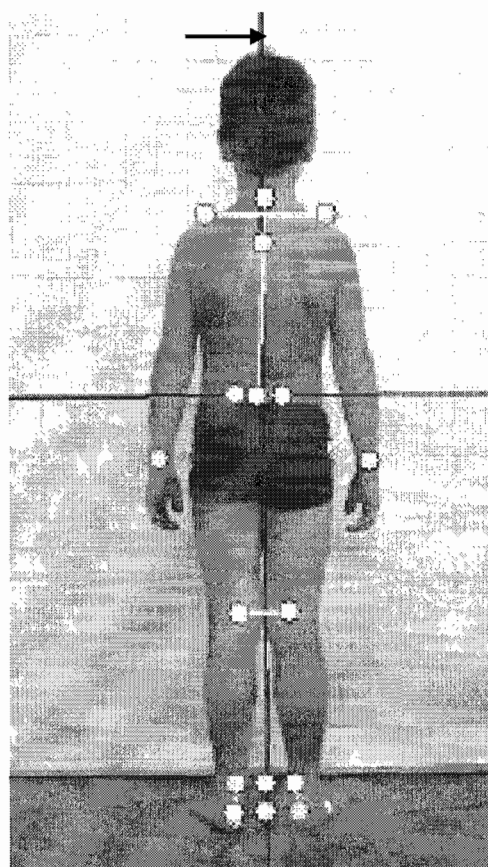
Plan frontaux

Lignes verticales passant directement au centre de la distance qui sépare les mortaises.

Plan frontal antérieur



Plan frontal postérieur



ANNEXE B

Feuille de consentement des parents